This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

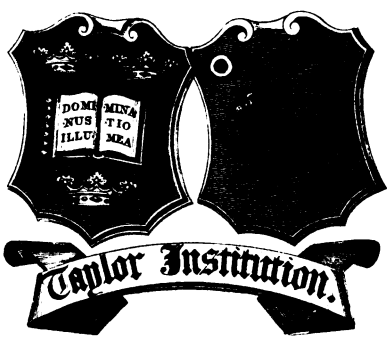
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

46. g. 12



Kosmos.

Entwurf

einer phyſiſchen Weltbeſchreibung

von

Alexander von Humboldt.

Dritter Band.

Stuttgart und Tübingen.

J. G. Cotta'ſcher Verlag.

1850.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart.

Kosmos.

Specielle Ergebniſſe der Beobachtung

in dem

Gebiete kosmiſcher Erſcheinungen.

Einleitung.

Zu dem Ziele hinſtrebend, welches ich mir nach dem Maaß meiner Kräfte und dem jetzigen Zuſtande der Wiſſenſchaften als erreichbar gedacht, habe ich in zwei ſchon erſchienenen Bänden des Kosmos die Natur unter einem zwiefachen Geſichtspunkte betrachtet. Ich habe ſie darzuſtellen verſucht zuerſt in der reinen Objectivität äußerer Erſcheinung, dann in dem Reflex eines, durch die Sinne empfangenen Bildes auf das Innere des Menſchen, auf ſeinen Ideenkreis und ſeine Gefühle.

Die Außenwelt der Erſcheinungen iſt unter der wiſſenſchaftlichen Form eines allgemeinen Naturgemäldes in ihren zwei großen Sphären, der uranologiſchen und der telluriſchen, geſchildert worden. Es beginnt daſſelbe mit den Sternen, die in den fernſten Theilen des Weltraumes zwiſchen Nebelflecken aufglimmen, und ſteigt durch unſer Planetenſyſtem bis zur irdiſchen Pflanzendecke und zu den kleinſten, oft von der Luft getragenen, dem unbewaffneten Auge

verborgenen Organismen herab. Um das Daſein eines gemeinſamen Bandes, welches die ganze Körperwelt umſchlingt, um das Walten ewiger Geſetze und den urſachlichen Zuſammenhang ganzer Gruppen von Erſcheinungen, ſo weit derſelbe bisher erkannt worden iſt, anſchaulicher hervortreten zu laſſen, mußte die Anhäufung vereinzelter Thatſachen vermieden werden. Eine ſolche Vorſicht ſchien beſonders da erforderlich, wo ſich in der telluriſchen Sphäre des Kosmos, neben den dynamiſchen Wirkungen bewegender Kräfte, der mächtige Einfluß *ſpecifiſcher Stoffverſchiedenheit* offenbart. In der ſideriſchen oder uranologiſchen Sphäre des Kosmos ſind für das, was der Beobachtung erreichbar wird, die Probleme, ihrem Weſen nach, von bewundernswürdiger Einfachheit; fähig, nach der Theorie der Bewegung, durch die anziehenden Kräfte der Materie und die Quantität ihrer Maſſe einer ſtrengen Rechnung zu unterliegen. Sind wir, wie ich glaube, berechtigt die kreiſenden Meteor-Aſteroiden für Theile unſeres Planetenſyſtems zu halten, ſo ſetzen dieſe allein uns, durch ihren Fall auf den Erdkörper, in Contact[1] mit erkennbar ungleichartigen Stoffen des Weltraumes. Ich bezeichne hier die Urſach, weshalb die irdiſchen Erſcheinungen bisher einer mathematiſchen Gedankenentwickelung minder glücklich und minder allgemein unterworfen worden ſind als die, ſich gegenſeitig ſtörenden und wieder ausgleichenden Bewegungen der Weltkörper, in denen für unſere Wahrnehmung nur die Grundkraft gleichartiger Materie waltet.

Mein Beſtreben war darauf gerichtet, in dem *Naturgemälde der Erde* durch eine bedeutſame Anreihung der Erſcheinungen ihren urſachlichen Zuſammenhang ahnden

zu laſſen. Es wurde der Erdkörper geſchildert in ſeine Geſtaltung, ſeiner mittleren Dichtigkeit, den Abſtufunge ſeines mit der Tiefe zunehmenden Wärmegehalts, ſeine electro-magnetiſchen Strömungen und polariſchen Lichtpro ceſſe. Die Reaction des Inneren des Planeten auf ſein äußere Rinde bedingt den Inbegriff vulkaniſcher Thätigkei die mehr oder minder geſchloſſenen Kreiſe von Erſchütterung wellen und ihre, nicht immer bloß dynamiſchen Wirkunge die Ausbrüche von Gas, von heißen Waſſerquellen un Schlamm. Als die höchſte Kraftäußerung der inneren Er mächte iſt die Erhebung feuerſpeiender Berge zu betrachte Wir haben ſo die Central- und Reihen-Vulkane geſchilder wie ſie nicht bloß zerſtören, ſondern Stoffartiges erzeuge und unter unſeren Augen, meiſt periodiſch, fortfahren G birgsarten (Eruptions-Geſtein) zu bilden; wir haben gezeig wie, im Contraſte mit dieſer Bildung, Sediment-Geſtein ſich ebenfalls noch aus Flüſſigkeiten niederſchlagen, in dene ihre kleinſten Theile aufgelöſt oder ſchwebend enthalten ware Eine ſolche Vergleichung des Werdenden, ſich als Feſte Geſtaltenden mit dem längſt als Schichten der Erdrind Erſtarrten leitet auf die Unterſcheidung geognoſtiſcher Epoche auf eine ſichere Beſtimmung der Zeitfolge der Formatione welche die untergegangenen Geſchlechter von Thieren un Pflanzen, die Fauna und Flora der Vorwelt, in chron logiſch erkennbaren Lebensreihen umhüllen. Entſtehung Umwandlung und Hebung der Erdſchichten bedingen epoche weiſe wechſelnd alle Beſonderheiten der Naturgeſtaltung d Erdoberfläche; ſie bedingen die räumliche Vertheilung d Feſten und Flüſſigen, die Ausdehnung und Gliederung d Continental-Maſſen in horizontaler und ſenkrechter Richtun

Von dieſen Verhältniſſen hangen ab die thermiſchen Zuſtände der Meeresſtröme, die meteorologiſchen Proceſſe in der luftförmigen Umhüllung des Erdkörpers, die typiſche und geographiſche Verbreitung der Organismen. Eine ſolche Erinnerung an die Aneinanderreihung der telluriſchen Erſcheinungen, wie ſie das Naturgemälde dargeboten hat, genügt, wie ich glaube, um zu beweiſen, daß durch die bloße Zuſammenſtellung großer und verwickelt ſcheinender Reſultate der Beobachtung die Einſicht in ihren Cauſalzuſammenhang gefördert wird. Die Deutung der Natur iſt aber weſentlich geſchwächt, wenn man durch zu große Anhäufung einzelner Thatſachen der Naturſchilderung ihre belebende Wärme entzieht.

So wenig nun in einer, mit Sorgfalt entworfenen, objectiven Darſtellung der Erſcheinungswelt Vollſtändigkeit bei Aufzählung der Einzelheiten beabſichtigt worden iſt, eben ſo wenig hat dieſelbe erreicht werden ſollen in der Schilderung des Reflexes der äußeren Natur auf das Innere des Menſchen. Hier waren die Grenzen noch enger zu ziehen. Das ungemeſſene Gebiet der Gedankenwelt, befruchtet ſeit Jahrtauſenden durch die treibenden Kräfte geiſtiger Thätigkeit, zeigt uns in den verſchiedenen Menſchenracen und auf verſchiedenen Stufen der Bildung bald eine heitere, bald eine trübe Stimmung des Gemüths[2], bald zarte Erregbarkeit und bald dumpfe Unempfindlichkeit für das Schöne. Es wird der Sinn des Menſchen zuerſt auf die Heiligung von Naturkräften und gewiſſer Gegenſtände der Körperwelt geleitet; ſpäter folgt er religiöſen Anregungen höherer, rein geiſtiger Art.[3] Der innere Reflex der äußeren Natur wirkt dabei mannigfaltig auf den geheimnißvollen Proceß der

Sprachenbildung [4], in welchem zugleich urſprüngliche körper liche Anlagen und Eindrücke der umgebenden Natur al mächtige mitbeſtimmende Elemente auftreten. Die Menſch heit verarbeitet in ſich den Stoff, welchen die Sinne ih darbieten. Die Erzeugniſſe einer ſolchen Geiſtesarbeit ge hören eben ſo weſentlich zum Bereich des Kosmos als di Erſcheinungen, die ſich im Inneren abſpiegeln.

Da ein reflectirtes Naturbild unter dem Einfluß auf geregter ſchöpferiſcher Einbildungskraft ſich nicht rein un treu erhalten kann; ſo entſteht neben dem, was wir di wirkliche oder äußere Welt nennen, eine ideale un innere Welt, voll phantaſtiſcher, zum Theil ſymboliſche Mythen, belebt durch fabelhafte Thiergeſtalten, deren ein zelne Glieder den Organismen der jetzigen Schöpfung ode gar den erhaltenen Reſten untergegangener Geſchlechter entlehnt ſind. Auch Wunderblumen und Wunderbäum entſprießen dem mythiſchen Boden: wie nach den Edda Liedern die rieſige Eſche, der Weltbaum Yggdraſil, deſſe Aeſte über den Himmel emporſtreben, während eine ſeine dreifachen Wurzeln bis in die „rauſchenden Keſſelbrunnen der Unterwelt reicht [6]. So iſt das Nebelland phyſiſche Mythen, nach Verſchiedenheit der Volksſtämme und de Klimate, mit anmuthigen oder mit grauenvollen Geſtalte gefüllt. Jahrhunderte lang werden ſie durch die Ideenkreiſ ſpäter Generationen vererbt.

Wenn die Arbeit, die ich geliefert, nicht genugſam den Titel entſpricht, den ich oft ſelbſt als gewagt und un vorſichtig gewählt bezeichnet habe; ſo muß der Tadel de Unvollſtändigkeit beſonders den Theil dieſer Arbeit treffen welcher das geiſtige Leben im Kosmos, die in die Gedanken

und Gefühlswelt reflectirte äußere Natur, berührt. Ich habe mich in diesem Theile vorzugsweise begnügt bei den Gegenständen zu verweilen, welche in mir der Richtung lang genährter Studien näher liegen: bei den Aeußerungen des mehr oder minder lebhaften Naturgefühls im classischen Alterthum und in der neueren Zeit; bei den Fragmenten dichterischer Naturbeschreibung, auf deren Färbung die Individualität des Volkscharakters und die religiöse, monotheistische Ansicht des Geschaffenen einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt haben; bei dem anmuthigen Zauber der Landschaftmalerei; bei der Geschichte der physischen Weltanschauung, d. i. bei der Geschichte der in dem Laufe von zwei Jahrtausenden stufenweise entwickelten Erkenntniß des Weltganzen, der Einheit in den Erscheinungen.

Bei einem so vielumfassenden, seinem Zwecke nach zugleich wissenschaftlichen und die Natur lebendig darstellenden Werke darf ein erster, unvollkommener Versuch der Ausführung nur darauf Anspruch machen, daß er mehr durch das wirke, was er anregt, als durch das, was er zu geben vermag. Ein Buch von der Natur, seines erhabenen Titels würdig, wird dann erst erscheinen, wenn die Naturwissenschaften, trotz ihrer ursprünglichen Unvollendbarkeit, durch Fortbildung und Erweiterung einen höheren Standpunkt erreicht haben, und wenn so beide Sphären des einigen Kosmos (die äußere, durch die Sinne wahrnehmbare, wie die innere, reflectirte, geistige Welt) gleichmäßig an lichtvoller Klarheit gewinnen.

Ich glaube hiermit hinlänglich die Ursachen berührt zu haben, welche mich bestimmen mußten dem allgemeinen Naturgemälde keine größere Ausdehnung zu geben. Dem

dritten und letzten Bande des Kosmos ist es vorbehalte
vieles des Fehlenden zu ergänzen, und die Ergebnisse de
Beobachtung darzulegen, auf welche der jetzige Zustan
wissenschaftlicher Meinungen vorzugsweise gegründet ist
Die Anordnung dieser Ergebnisse wird hier wieder die sein
welcher ich nach den früher ausgesprochenen Grundsätzen i
dem Naturgemälde gefolgt bin. Ehe ich jedoch zu den Einzel
heiten übergehe, welche die speciellen Disciplinen begründen
darf es mir erlaubt sein noch einige allgemeine erläuternd
Betrachtungen voranzuschicken. Das unerwartete Wohlwollen
welches meinem Unternehmen bei dem Publikum in weite
Kreisen, in- und außerhalb des Vaterlandes, geschenkt worde
ist, läßt mich doppelt das Bedürfniß fühlen mich noch ein
mal auf das bestimmteste über den Grundgedanken des ganze
Werkes und über Anforderungen auszusprechen, die ich scho
darum nicht zu erfüllen versucht habe, weil ihre Erfüllun
nach meiner individuellen Ansicht unseres empirischen Wissen
nicht von mir beabsichtigt werden konnte. An diese recht
fertigenden Betrachtungen reihen sich wie von selbst historisch
Erinnerungen an die früheren Versuche den Weltgedanke
aufzufinden, der alle Erscheinungen in ihrem Causalzusam
menhange auf ein einiges Princip reduciren solle.

Das Grundprincip [7] meines Werkes über den Kos
mos, wie ich dasselbe vor mehr als zwanzig Jahren in de
französischen und deutschen zu Paris und Berlin gehaltene
Vorlesungen entwickelt habe, ist in dem Streben enthalten
die Welterscheinungen als ein Naturganzes aufzufassen; z
zeigen, wie in einzelnen Gruppen dieser Erscheinunge
die ihnen gemeinsamen Bedingnisse, d. i. das Walten große
Gesetze, erkannt worden sind; wie man von den Gesetze

zu der Erforschung ihres ursachlichen Zusammenhanges aufsteigt. Ein solcher Drang nach dem Verstehen des Weltplans, d. h. der Naturordnung, beginnt mit Verallgemeinerung des Besondren, mit Erkenntniß der Bedingungen, unter denen die physischen Veränderungen sich gleichmäßig wiederkehrend offenbaren; er leitet zu der denkenden Betrachtung dessen, was die Empirie uns darbietet, nicht aber „zu einer Weltansicht durch Speculation und alleinige Gedankenentwickelung, nicht zu einer absoluten Einheitslehre in Absonderung von der Erfahrung". Wir sind, ich wiederhole es hier, weit von dem Zeitpunkt entfernt, wo man es für möglich halten konnte alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren. Der sichere Weg ist ein volles Jahrhundert vor Francis Bacon schon von Leonardo da Vinci vorgeschlagen und mit wenigen Worten bezeichnet worden: cominciare dall' esperienza e per mezzo di questa scoprirne la ragione[8]. In vielen Gruppen der Erscheinungen müssen wir uns freilich noch mit dem Auffinden von empirischen Gesetzen begnügen; aber das höchste, seltener erreichte Ziel aller Naturforschung ist das Erspähen des Causalzusammenhanges[9] selbst. Die befriedigendste Deutlichkeit und Evidenz herrschen da, wo es möglich wird das Gesetzliche auf mathematisch bestimmbare Erklärungsgründe zurückzuführen. Die physische Weltbeschreibung ist nur in einzelnen Theilen eine Welterklärung. Beide Ausdrücke sind noch nicht als identisch zu betrachten. Was der Geistesarbeit, deren Schranken hier bezeichnet werden, großes und feierliches inwohnt, ist das frohe Bewußtsein des Strebens nach dem Unendlichen, nach dem Erfassen dessen, was in ungemessener,

unerschöpflicher Fülle das Seiende, das Werdende, das Geschaffene uns offenbart.

Ein solches durch alle Jahrhunderte wirksames Streben mußte oft und unter mannigfaltigen Formen zu der Täuschung verführen, das Ziel erreicht, das Princip gefunden zu haben aus dem alles Veränderliche der Körperwelt, der Inbegriff aller sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen erklärt werden könne. Nachdem lange Zeit hindurch, gemäß der ersten Grundanschauung des hellenischen Volksgeistes, in den gestaltenden umwandelnden oder zerstörenden Naturkräften das Walten geistiger Mächte in menschlicher Form verehrt[10] worden war, entwickelte sich in den physiologischen Phantasien der ionischen Schule der Keim einer wissenschaftlichen Naturbetrachtung. Der Urgrund des Entstehens der Dinge, der Urgrund aller Erscheinungen ward, nach zwei Richtungen[11] aus der Annahme concreter, stoffartiger Principien, sogenannter Naturelemente, oder aus Processen der Verdünnung und Verdichtung, bald nach mechanischen, bald nach dynamischen Ansichten, abgeleitet. Die vielleicht ursprünglich indische Hypothese von vier oder fünf stoffartig verschiedenen Elementen ist von dem Lehrgedichte des Empedocles an bis in die spätesten Zeiten allen Naturphilosophemen beigemengt geblieben: ein uraltes Zeugniß und Denkmal für das Bedürfniß des Menschen, nicht bloß in den Kräften, sondern auch in qualitativer Wesenheit der Stoffe nach einer Verallgemeinerung und Vereinfachung der Begriffe zu streben.

In der späteren Entwickelung der ionischen Physiologie erhob sich Anaxagoras von Klazomenä von der Annahme bloß bewegender Kräfte der Materie zu der Idee eines von aller Materie gesonderten, ihre gleichartigen kleinsten

Theile entmischenden Geistes. Die weltordnende Vernunft (νοῦς) beherrscht die continuirlich fortschreitende Weltbildung, den Urquell aller Bewegung und so auch aller physischen Erscheinungen. Durch die Annahme eines centrifugalen Umschwunges[12], dessen Nachlassen, wie wir schon oben erwähnt, den Fall der Meteorsteine bewirkt, erklärt Anaragoras den scheinbaren (ost-westlichen) himmlischen Kreislauf. Diese Hypothese bezeichnet den Ausgangspunkt von Wirbel-Theorien, welche mehr denn zweitausend Jahre später durch Descartes, Huygens und Hooke eine große kosmische Wichtigkeit erhielten. Ob des Klazomeniers weltordnender Geist die Gottheit selbst oder pantheistisch nur ein geistiges Princip alles Naturlebens bezeichnet[13], bleibt diesem Werke fremd.

In einem grellen Contraste mit den beiden Abtheilungen der ionischen Schule steht die, das Universum ebenfalls umfassende, mathematische Symbolik der Pythagoreer. Der Blick bleibt einseitig geheftet in der Welt sinnlich wahrnehmbarer Naturerscheinungen auf das Gesetzliche in der Gestaltung (den fünf Grundformen), auf die Begriffe von Zahlen, Maaß, Harmonie und Gegensätzen. Die Dinge spiegeln sich in den Zahlen, welche gleichsam eine „nachahmende Darstellung" (μίμησις) von ihnen sind. Die grenzenlose Wiederholbarkeit und Erhöhung der Zahlen ist der Charakter des Ewigen, der Unendlichkeit der Natur. Das Wesen der Dinge kann als Zahlenverhältnisse, ihre Veränderungen und Umbildungen können als Zahlen-Combinationen erkannt werden. Auch Plato's Physik enthält Versuche alle Wesenheit der Stoffe im Weltall und ihrer Verwandlungsstufen auf körperliche Formen und diese auf die

einfachsten (triangularen) Flächen-Figuren[14] zurückzuführen Was aber die letzten Principien (gleichsam die Element der Elemente) sind, sagt Plato in bescheidenem Mißmuth „weiß Gott allein, und wer von ihm geliebt wird unter der Menschen". Eine solche mathematische Behandlung physischer Erscheinungen, die Ausbildung der Atomistik, die Philosophie des Maaßes und der Harmonie, hat noch spät auf die Entwickelung der Naturwissenschaften eingewirkt auch phantasiereiche Entdecker auf Abwege geführt, welche die Geschichte der physischen Weltanschauung bezeichnet. „Es wohnt ein fesselnder, von dem ganzen Alterthume gefeierter Zauber den einfachen Verhältnissen der Zeit und des Raumes inne, wie sie sich in Tönen, in Zahlen und Linien offenbaren."[15]

Die Idee der Weltordnung und Weltregierung tritt geläutert und erhaben in den Schriften des Aristoteles hervor. Alle Erscheinungen der Natur werden in den physischen Vorträgen (Auscultationes physicae) als bewegende Lebensthätigkeiten einer allgemeinen Weltkraft geschildert. Von dem „unbewegten Bewegen der Welt" hängt der Himmel und die Natur[16] (die tellurische Sphäre der Erscheinungen) ab. Der „Anordner", und der letzte Grund aller sinnlichen Veränderungen muß als ein Nicht-Sinnliches, von aller Materie Getrenntes betrachtet werden.[17] Die Einheit in den verschiednen Kraftäußerungen der Stoffe wird zum Hauptprincipe erhoben, und diese Kraftäußerungen selbst werden stets auf Bewegungen reducirt. So finden wir in dem Buche von der Seele[18] schon den Keim der Undulations-Theorie des Lichtes. Die Empfindung des Sehens erfolgt durch eine Erschütterung

eine Bewegung des Mittels zwiſchen dem Geſicht und dem geſehenen Gegenſtande, nicht durch Ausflüſſe aus dem Gegenſtande oder dem Auge. Mit dem Sehen wird das Hören verglichen, da der Schall ebenfalls eine Folge der Lufterſchütterung iſt.

Ariſtoteles, indem er lehrt, durch die Thätigkeit der denkenden Vernunft in dem Beſondern der wahrnehmbaren Einzelheiten das Allgemeine zu erforſchen, umfaßt immer das Ganze der Natur, und den inneren Zuſammenhang nicht bloß der Kräfte, ſondern auch der organiſchen Geſtalten. In dem Buche über die Theile (Organe) der Thiere ſpricht er deutlich ſeinen Glauben an die Stufenleiter der Weſen aus, in der ſie von niederen zu höheren Formen aufſteigen. Die Natur geht in ununterbrochenem, fortſchreitendem Entwickelungsgange von dem Unbelebten (Elementariſchen) durch die Pflanzen zu den Thieren über: zunächſt „zu dem, was zwar noch kein eigentliches Thier, aber ſo nahe mit dieſem verwandt iſt, daß es ſich im ganzen wenig von ihm unterſcheidet.“ [19] In dem Uebergange der Bildungen „ſind die Mittelſtufen faſt unmerklich.“ [20] Das große Problem des Kosmos iſt dem Stagiriten die Einheit der Natur. „In ihr“, ſagt er [21] mit ſonderbarer Lebendigkeit des Ausdrucks, „iſt nichts zuſammenhangslos Eingeſchobenes wie in einer ſchlechten Tragödie“.

Das naturphiloſophiſche Streben alle Erſcheinungen des einigen Kosmos Einem Erklärungs-Principe unterzuordnen iſt in allen phyſikaliſchen Schriften des tiefſinnigen Weltweiſen und genauen Naturbeobachters nicht zu verkennen; aber der mangelhafte Zuſtand des Wiſſens, die Unbekanntſchaft mit der Methode des Experimentirens, d. h.

des Hervorrufens der Erſcheinungen unter beſtimmten Bedingniſſen, hinderte ſelbſt kleine Gruppen phyſiſcher Proceſſe in ihrem Cauſalzuſammenhange zu erfaſſen. Alles wurde reducirt auf die immer wiederkehrenden Gegenſätze von Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Dürre, primitiver Dichtigkeit und Dünne; ja auf ein Bewirken von Veränderungen in der Körperwelt durch eine Art innerer Entzweiung (Antiperiſtaſe), welche an unſere jetzigen Hypotheſen der entgegengeſetzten Polarität, an die hervorgerufenen Contraſte von + und — erinnert.[22] Die vermeinten Löſungen der Probleme geben dann die Thatſachen ſelbſt verhüllt wieder, und der ſonſt überall ſo mächtig conciſe Styl des Stagiriten geht in der Erklärung meteorologiſcher oder optiſcher Proceſſe oft in ſelbſtgefällige Breite und etwas helleniſche Vielredenheit über. Da der Ariſtoteliſche Sinn wenig auf Stoff-Verſchiedenheit, vielmehr ganz auf Bewegung gerichtet iſt; ſo tritt die Grundidee, alle telluriſchen Naturerſcheinungen dem Impuls der Himmelsbewegung, dem Umſchwung der Himmelsſphäre zuzuſchreiben, wiederholt hervor: geahndet, mit Vorliebe gepflegt[23], aber nicht in abſoluter Schärfe und Beſtimmtheit dargeſtellt.

Der Impuls, welchen ich hier bezeichne, deutet nur die Mittheilung der Bewegung als den Grund aller irdiſchen Erſcheinungen an. Pantheiſtiſche Anſichten ſind ausgeſchloſſen. Die Gottheit iſt die höchſte „ordnende Einheit, welche ſich in allen Kreiſen der geſammten Welt offenbart, jedem einzelnen Naturweſen die Beſtimmung verleiht, als abſolute Macht alles zuſammenhält.“[24] Der Zweckbegriff und die teleologiſchen Anſichten werden nicht auf die untergeordneten Naturproceſſe, die der anorganiſchen,

elementariſchen Natur, angewandt, ſondern vorzugsweiſe auf die höheren Organiſationen[25] der Thier- und Pflanzenwelt. Auffallend iſt es, daß in dieſen Lehren die Gottheit ſich gleichſam einer Anzahl von Aſtralgeiſtern bedient, welche (wie der Maſſenvertheilung und der Perturbationen kundig) die Planeten in den ewigen Bahnen zu erhalten wiſſen.[26] Die Geſtirne offenbaren dabei das Bild der Göttlichkeit in der ſinnlichen Welt. Des kleinen, Pſeudo-Ariſtoteliſchen, gewiß ſtoiſchen Buches vom Kosmos iſt hier, trotz ſeines Namens, nicht Erwähnung geſchehen. Es ſtellt zwar, naturbeſchreibend und oft mit rhetoriſcher Lebendigkeit und Färbung, zugleich Himmel und Erde, die Strömungen des Meeres und des Luftkreiſes dar; aber es offenbart keine Tendenz die Erſcheinungen des Kosmos auf allgemeine phyſikaliſche, d. h. in den Eigenſchaften der Materie gegründete, Principien zurückzuführen.

Ich habe länger bei der glänzendſten Epoche der Naturanſichten des Alterthums verweilt, um den früheſten Verſuchen der Verallgemeinerung die Verſuche der neueren Zeit gegenüberzuſtellen. In der Gedankenbewegung der Jahrhunderte, welche in Hinſicht auf die Erweiterung kosmiſcher Anſchauungen in einem anderen Theile dieſes Buches[27] geſchildert worden iſt, zeichnen ſich das Ende des dreizehnten und der Anfang des vierzehnten Jahrhunderts aus; aber das Opus majus von Roger Bacon, der Naturſpiegel des Vincenz von Beauvais, die phyſiſche Geographie (Liber cosmographicus) von Albert dem Großen, das Weltgemälde (Imago Mundi) des Cardinals Petrus de Alliaco (Pierre d'Ailly) ſind Werke, welche, ſo mächtig ſie auch auf Zeitgenoſſen gewirkt haben, durch

ihren Inhalt nicht dem Titel entſprechen, den ſie führen. Unter den italiäniſchen Gegnern der Ariſtoteliſchen Phyſik wird Bernardino Teleſio aus Coſenza als der Gründer einer rationellen Naturwiſſenſchaft bezeichnet. Alle Erſcheinungen der ſich paſſiv verhaltenden Materie werden von ihm als Wirkungen zweier unkörperlichen Principien (Thätigkeiten, Kräfte), von Wärme und Kälte, betrachtet. Auch das ganze organiſche Leben, die „beſeelten" Pflanzen und Thiere, ſind das Product jener ewig entzweiten Kräfte: von denen vorzugsweiſe die eine, die Wärme, der himmliſchen; die andere, die Kälte, der irdiſchen Sphäre zugehört.

Mit noch ungezügelterer Phantaſie, aber auch mit tiefem Forſchungsgeiſte begabt, verſucht Giordano Bruno aus Nola in drei Werken[28]: De la Causa, Principio e Uno; Contemplationi circa lo Infinito, Universo e Mondi inumerabili; und De Minimo et Maximo, das Weltganze zu umfaſſen. In der Naturphiloſophie des Teleſio, eines Zeitgenoſſen des Copernicus, erkennt man wenigſtens das Beſtreben die Veränderungen der Materie auf zwei ihrer Grundkräfte zu reduciren, „welche zwar als von außen wirkend gedacht werden", doch ähnlich ſind den Grundkräften der Anziehung und Abſtoßung in der dynamiſchen Naturlehre von Boscowich und Kant. Die kosmiſchen Anſichten des Nolaners ſind rein metaphyſiſch; ſie ſuchen nicht die Urſachen der ſinnlichen Erſcheinungen in der Materie ſelbſt, ſondern berühren „die Unendlichkeit des mit ſelbſtleuchtenden Welten gefüllten Raumes, die Beſeeltheit dieſer Welten, die Beziehungen der höchſten Intelligenz, Gottes, zu dem Univerſum." Mit geringem mathematiſchen Wiſſen ausgerüſtet, war Giordano Bruno doch bis zu ſeinem

ırchtbaren Martertode[29] ein enthuſiaſtiſcher Bewunderer
)n Copernicus, Tycho und Kepler. Zeitgenoſſe des Ga-
lei, erlebte er nicht die Erfindung des Fernrohrs von
)ans Lippershey und Zacharias Janſen, und alſo auch
icht die Entdeckung der „kleinen Jupiterswelt", der Venus-
haſen und der Nebelflecke. Mit kühner Zuverſicht auf das,
)as er nennt lume interno, ragione naturale, altezza dell'
ıtelleto, überließ er ſich glücklichen Ahndungen über die Be-
)egung der Fixſterne, die planetenartige Natur der Cometen
nd die von der Kugelform abweichende Geſtalt der Erde.[30]
uch das griechiſche Alterthum iſt voll von ſolchen urano-
)giſchen Verheißungen, die ſpäter erfüllt wurden.

In der Gedankenentwickelung über kosmiſche Verhält-
iſſe, deren Hauptformen und Hauptepochen hier aufgezählt
)erden, war Kepler, volle 78 Jahre vor dem Erſcheinen von
lewton's unſterblichem Werke der Principia philoso-
hiae naturalis, einer mathematiſchen Anwendung der
)ravitations-Lehre am nächſten. Wenn der Eklektiker Sim-
licius bloß im allgemeinen den Grundſatz ausſprach, „das
ticht-Herabfallen der himmliſchen Körper werde dadurch
ewirkt, daß der Umſchwung (die Centrifugalkraft) die
)berhand habe über die eigene Fallkraft, den Zug nach
nten"; wenn Joannes Philoponus, ein Schüler des Am-
ıonius Hermeä, die Bewegung der Weltkörper „einem pri-
ıitiven Stoße und dem fortgeſetzten Streben zum Falle"
ıſchrieb; wenn, wie wir ſchon früher bemerkt, Copernicus
ur den allgemeinen Begriff der Gravitation, wie ſie in
er Sonne als dem Centrum der Planetenwelt, in der Erde
nd dem Monde wirke, mit den denkwürdigen Worten be-
:ichnet: gravitatem non aliud esse quam appetentiam

quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant, in formam globi coëuntes: ſo finden wir bei Kepler in der Einleitung zu dem Buche de Stella Martis[31] zuerſt numeriſche Angaben von den Anziehungskräften, welche nach Verhältniß ihrer Maſſen Erde und Mond gegen einander ausüben. Er führt beſtimmt Ebbe und Fluth[32] als einen Beweis an, daß die anziehende Kraft des Mondes (virtus tractoria) ſich bis zur Erde erſtrecke; ja daß dieſe Kraft, „ähnlich der, welche der Magnet auf das Eiſen ausübt", die Erde des Waſſers berauben würde, wenn dieſe aufhörte daſſelbe anzuziehen. Leider gab der große Mann zehn Jahre ſpäter, 1619, vielleicht aus Nachgiebigkeit gegen Galilei, welcher Ebbe und Fluth der Rotation der Erde zuſchrieb, die richtige Erklärung auf, um in der Harmonice Mundi den Erdkörper als ein lebendiges Unthier zu ſchildern, deſſen wallfiſchartige Reſpiration, in periodiſchem, von der Sonnenzeit abhängigen Schlaf und Erwachen, das Anſchwellen und Sinken des Oceans verurſacht. Bei dem mathematiſchen, ſchon von Laplace anerkannten Tiefſinne, welcher aus einer von Kepler's Schriften hervorleuchtet[33], iſt zu bedauern, daß der Entdecker von den drei großen Geſetzen aller planetariſchen Bewegung nicht auf dem Wege fortgeſchritten iſt, zu welchem ihn ſeine Anſichten über die Maſſen-Anziehung der Weltkörper geleitet hatten.

Mit einer größeren Mannigfaltigkeit von Naturkenntniſſen als Kepler begabt und Gründer vieler Theile einer mathematiſchen Phyſik, unternahm Descartes in einem Werke, das er Traité du Monde, auch Summa Philosophiae

nannte, die ganze Welt der Erſcheinungen, die himmliſche Sphäre und alles, was er von der belebten und unbelebten irdiſchen Natur wußte, zu umfaſſen. Der Organismus der Thiere, beſonders der des Menſchen, für welchen er eilf Jahre lang[34] ſehr ernſte anatomiſche Studien gemacht, ſollte das Werk beſchließen. In der Correſpondenz mit dem Pater Merſenne findet man häufige Klagen über das langſame Fortſchreiten der Arbeit und über die Schwierigkeit ſo viele Materien an einander zu reihen. Der Kosmos, den Descartes immer ſeine Welt (son Monde) nannte, ſollte endlich am Schluſſe des Jahres 1633 dem Druck übergeben werden, als das Gerücht von der Verurtheilung Galilei's in der Inquiſition zu Rom, welches erſt vier Monate ſpäter, im October 1633, durch Gaſſendi und Bouillaud verbreitet wurde, alles rückgängig machte und die Nachwelt eines großen, mit ſo viel Mühe und Sorgfalt vollendeten Werkes beraubte. Die Motive der Nicht-Herausgabe des Kosmos waren Liebe zu friedlicher Ruhe im einſamen Aufenthalte zu Deventer, wie die fromme Beſorgniß unehrerbietig gegen die Decrete des heiligen Stuhles wider die planetariſche Bewegung der Erde zu ſein.[35] Erſt 1664, alſo vierzehn Jahre nach dem Tode des Philoſophen, wurden einige Fragmente unter dem ſonderbaren Titel: Le Monde ou Traité de la Lumière gedruckt.[36] Die drei Capitel, welche vom Lichte handeln, bilden doch kaum ein Viertel des Ganzen. Dagegen wurden die Abſchnitte, welche urſprünglich zu dem Kosmos des Descartes gehörten und Betrachtungen über die Bewegung und Sonnenferne der Planeten, über den Erdmagnetismus, die Ebbe und Fluth, das Erdbeben und die Vulkane enthalten, in den

dritten und vierten Theil des berühmten Werkes Principes de la Philosophie versetzt.

Der Kosmotheoros von Huygens, der erst nach seinem Tode erschienen ist, verdient, trotz seines bedeutungsvollen Namens, in dieser Aufzählung kosmologischer Versuche kaum genannt zu werden. Es sind Träume und Ahndungen eines großen Mannes über die Pflanzen- und Thierwelt auf den fernsten Weltkörpern, besonders über die dort abgeänderte Gestalt des Menschengeschlechts. Man glaubt Kepler's Somnium astronomicum oder Kircher's ecstatische Reise zu lesen. Da Huygens schon, ganz wie die Astronomen unserer Zeit, dem Monde alles Wasser[37] und alle Luft versagte, so ist er über die Existenz des Mondmenschen noch verlegener als über die Bewohner der „dunst- und wolkenreichen" ferneren Planeten.

Dem unsterblichen Verfasser des Werkes Philosophiae Naturalis Principia mathematica gelang es den ganzen uranologischen Theil des Kosmos durch die Annahme einer einigen alles beherrschenden Grundkraft der Bewegung in dem Causalzusammenhange seiner Erscheinungen zu erfassen. Newton zuerst hat die physische Astronomie zu der Lösung eines großen Problems der Mechanik, zu einer mathematischen Wissenschaft erhoben. Die Quantität der Materie in jeglichem Weltkörper giebt das Maaß seiner anziehenden Kraft: einer Kraft, die in umgekehrtem Verhältniß des Quadrats der Entfernung wirkt und die Größe der Störungen bestimmt, welche nicht bloß die Planeten, sondern alle Gestirne der Himmelsräume auf einander ausüben. Aber das newtonische, durch Einfachheit und Allgemeinheit so bewundernswürdige Theorem der Gravitation

osmischen Anwendung nicht auf die uranolo-
: beschränkt, es beherrscht auch die tellurischen
n in zum Theil noch unerforschten Richtungen;
Schlüssel zu periodischen Bewegungen im Ocean
: Atmosphäre[38], zu der Lösung von Problemen
arität, der Endosmose, vieler chemischer, electro-
)er und organischer Processe. Newton[39] selbst
d schon die Massen-Anziehung, wie sie sich in
)egungen aller Weltkörper und in den Phänomenen
)e und Fluth äußert, von der Molecular-Anzie-
die in unendlich kleiner Entfernung und bei der
:en Berührung wirksam wird.

Auf diese Weise zeigt sich unter allen Versuchen, das
nderliche in der Sinnenwelt auf ein einziges Grundprin-
zurückzuführen, die Lehre von der Gravitation als
umfassendste und kosmisch vielverheißendste. Allerdings
)sen sich, trotz der glänzenden Fortschritte, welche in neueren
eiten in der Stöchiometrie (in der Rechenkunst mit chemischen
Elementen und in den Volum-Verhältnissen der gemengten
Gas-Arten) gemacht sind, noch nicht alle physikalischen
Theorien der Stofflehre auf mathematisch bestimmbare Er-
klärungsgründe zurückführen. Empirische Gesetze sind aufge-
funden, und nach den weitverbreiteten Ansichten der Atomistik
oder Corpuscular-Philosophie ist manches der Mathematik
zugänglicher geworden; aber bei der grenzenlosen Hetero-
geneität der Stoffe und den mannigfaltigen Aggregations-
Zuständen der sogenannten Massentheilchen sind die Beweise
jener empirischen Gesetze noch keinesweges aus der Theorie
der Contact-Anziehung mit der Gewißheit zu ent-
wickeln, welche die Begründung von Kepler's drei großen

empiriſchen Geſetzen aus der Theorie der Maſſen-Anziehung oder Gravitation darbietet.

Zu derſelben Zeit aber, in der Newton ſchon erkannt hatte, daß alle Bewegungen der Weltkörper Folgen einer und derſelben Kraft ſeien, hielt er die Gravitation ſelbſt nicht, wie Kant, für eine Grundkraft der Materie [40]; ſondern entweder für abgeleitet von einer, ihm noch unbekannten, höheren Kraft, oder für Folge eines „Umſchwunges des Aethers, welcher den Weltraum erfüllt, und in den Zwiſchenräumen der Maſſentheilchen dünner iſt, nach außen aber an Dichtigkeit zunimmt.“ Die letztere Anſicht iſt umſtändlich in einem Briefe an Robert Boyle [41] (vom 28 Febr. 1678) entwickelt, welcher mit den Worten endigt: „ich ſuche in dem Aether die Urſach der Gravitation“. Acht Jahre ſpäter, wie man aus einem Schreiben an Halley erſieht, gab Newton dieſe Hypotheſe des dünneren und dichteren Aethers gänzlich auf. [42] Beſonders auffallend iſt es, daß er neun Jahre vor ſeinem Tode, 1717, in der ſo überaus kurzen Vorrede zu der zweiten Auflage ſeiner Optik es für nöthig hielt beſtimmt zu erklären, daß er die Gravitation keineswegs für eine Grundkraft der Materie (essential property of bodies) halte [43]: während Gilbert ſchon 1600 den Magnetismus für eine aller Materie inwohnende Kraft anſah. So ſchwankend war der tiefſinnigſte, immer der Erfahrung zugewandte Denker, Newton ſelbſt, über die „letzte mechaniſche Urſach“ aller Bewegung.

Es iſt allerdings eine glänzende, des menſchlichen Geiſtes würdige Aufgabe, die ganze Naturlehre von den Geſetzen der Schwere an bis zu dem Bildungstriebe in den belebten Körpern als ein organiſches Ganzes aufzuſtellen; aber der

unvollkommene Zuſtand ſo vieler Theile unſeres Naturwiſſens ſetzt der Löſung jener Aufgabe unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die Unvollendbarkeit aller Empirie, die Unbegrenztheit der Beobachtungsſphäre macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie ſelbſt zu erklären, zu einer unbeſtimmten. Das Wahrgenommene erſchöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Wenn wir, um nur an die Fortſchritte der uns näheren Zeit zu erinnern, das unvollkommene Naturwiſſen von Gilbert, Robert Boyle und Hales mit dem jetzigen vergleichen, wir dazu der mit jedem Jahrzehend zunehmenden Schnelligkeit des Fortſchrittes gedenken; ſo erfaſſen wir die periodiſchen, endloſen Umwandelungen, welche allen phyſikaliſchen Wiſſenſchaften noch bevorſtehen. Neue Stoffe und neue Kräfte werden entdeckt werden. Wenn auch viele Naturproceſſe, wie die des Lichts, der Wärme und des Electro-Magnetismus, auf Bewegung (Schwingungen) reducirt, einer mathematiſchen Gedankenentwickelung zugänglich geworden ſind; ſo bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwingbaren Aufgaben von der Urſach chemiſcher Stoffverſchiedenheit, wie von der ſcheinbar allen Geſetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achſenſtellung und Bahn-Excentricität der Planeten, in der Zahl und dem Abſtande ihrer Satelliten, in der Geſtalt der Continente und der Stellung ihrer höchſten Bergketten. Die hier beiſpielsweiſe genannten räumlichen Verhältniſſe können bisher nur als etwas thatſächlich in der Natur Daſeiendes betrachtet werden. Sind die Urſachen und die Verkettung dieſer Verhältniſſe noch nicht ergründet, ſo nenne ich ſie darum aber nicht zufällig. Sie ſind das Reſultat von Begebenheiten in den Himmelsräumen bei Bildung

unſeres Planetenſyſtems, von geognoſtiſchen Vorgängen bei der Erhebung der äußerſten Erdſchichten als Continente und Gebirgsketten. Unſere Kenntniß von der Urzeit der phyſikaliſchen Weltgeſchichte reicht nicht hoch genug hinauf, um das jetzt Daſeiende als etwas Werdendes zu ſchildern. [44]

Wo demnach der Cauſalzuſammenhang der Erſcheinungen noch nicht hat vollſtändig erkannt werden können, iſt die Lehre vom Kosmos oder die phyſiſche Weltbeſchreibung nicht eine abgeſonderte Diſciplin aus dem Gebiet der Naturwiſſenſchaften. Sie umfaßt vielmehr dieſes ganze Gebiet, die Phänomene beider Sphären, der himmliſchen und der telluriſchen; aber ſie umfaßt ſie unter dem einigen Geſichtspunkte des Strebens nach der Erkenntniß eines Weltganzen. [45] Wie „bei der Darſtellung des Geſchehenen in der moraliſchen und politiſchen Sphäre der Geſchichtsforſcher [46] nach menſchlicher Anſicht den Plan der Weltregierung nicht unmittelbar erſpähen, ſondern nur an den Ideen erahnden kann, durch die ſie ſich offenbaren"; ſo durchdringt auch den Naturforſcher bei der Darſtellung der kosmiſchen Verhältniſſe ein inniges Bewußtſein, daß die Zahl der welttreibenden, der geſtaltenden und ſchaffenden Kräfte keineswegs durch das erſchöpft iſt, was ſich bisher aus der unmittelbaren Beobachtung und Zergliederung der Erſcheinungen ergeben hat.

Anmerkungen.

[1] (S. 4.) Kosmos Bd. I. S. 56—59 und 141.

[2] (S. 6.) A. a. O. Bd. I. S. 6—8, Bd. II. S. 10—12 und 92.

[3] (S. 6.) A. a. O. Bd. II. S. 26—31 und 44—49.

[4] (S. 7.) A. a. O. Bd. I. S. 383—386, Bd. II. S. 141—144.

[5] (S. 7.) M. von Olfers, Ueberreste vorweltlicher Riesenthiere in Beziehung auf ostasiatische Sagen, in den Abh. der Berl. Akad. 1839 S. 51. Ueber die Meinung des Empedocles von der Ursach des Unterganges der ältesten Thierformen s. Hegel's Geschichte der Philosophie Bd. II. S. 344.

[6] (S. 7.) Vergl. über den Weltbaum Yggdrasil und den rauschenden (tobenden) Kesselbrunnen Hvergelmir die Deutsche Mythologie von Jacob Grimm 1844 S. 530 und 756, wie Mallet, Northern Antiquities 1847 p. 410, 489 und 492.

[7] (S. 9.) Kosmos Bd. I. S. 30—33 und 62—70.

[8] (S. 10.) A. a. O. Bd. II. S. 484.

[9] (S. 10.) In den einleitenden Betrachtungen zum Kosmos Bd. I. S. 32 hätte nicht im allgemeinen gesagt werden sollen, „daß in den Erfahrungswissenschaften die Auffindung von Gesetzen als das letzte Ziel menschlicher Forschung erscheine". Die Beschränkung: „in vielen Gruppen der Erscheinungen" wäre nothwendig gewesen. Die Vorsicht, mit welcher ich mich im zweiten Bande (S. 351 und 394) über das Verhältniß von Newton zu Kepler ausgedrückt habe, kann, glaube ich, keinen Zweifel darüber lassen, daß ich das Auffinden von Naturgesetzen und ihre Deutung, d. h. die Erklärung der Phänomene, nicht mit einander verwechsle. Ich sage von Kepler: „Eine reiche Fülle genauer Beobachtungen, von Tycho de Brahe geliefert, begründete die Entdeckung der ewigen Gesetze planetarischer Bewegung, die Kepler's Namen einen unsterblichen Ruhm bereiteten und, von Newton gedeutet, theoretisch als nothwendig erwiesen, in das Lichtreich des Gedankens (eines denkenden Erkennens der Natur) übertragen wurden"; von Newton: „Wir endigen mit der Erdgestaltung, wie sie aus theoretischen

Schlüſſen erkannt worden iſt. Newton erhob ſich zu der Erklärung des Weltſyſtems, da es ihm glückte die Kraft zu finden, von deren Wirkung die Kepler'ſchen Geſetze die nothwendige Folge ſind." Vergl. über dieſen Gegenſtand (on laws and causes) die vortrefflichen Bemerkungen in Sir John Herſchel's Address for the fifteenth meeting of the Brit. Assoc. at Cambridge 1845 p. XLII, und Edinb. Rev. Vol. 87. 1848 p. 180—183.

[10] (S. 11.) In der denkwürdigen Stelle (Metaph. XII, 8 pag. 1074 Bekker), in welcher Ariſtoteles von „den Trümmern einer früher einmal gefundenen und dann wieder verlorenen Weisheit" ſpricht, heißt es ſehr bedeutungsvoll und frei von der Verehrung der Naturkräfte und menſchenähnlicher Götter: „vieles iſt mythiſch hinzugefügt, zur Ueberredung der Menge, wie auch der Geſetze und anderer nützlicher Zwecke wegen."

[11] (S. 11.) Die wichtige Verſchiedenheit dieſer naturphiloſophiſchen Richtungen, τρόποι, iſt klar angedeutet in Ariſtot. Phys. Auscult. I, 4 pag. 187 Bekk. (Vergl. Brandis im Rhein. Muſeum für Philologie Jahrg. III. S. 105.)

[12] (S. 12.) Kosmos Bd. I. S. 139 und 405 Note 59, Bd. II. S. 348 und 501 Note 27. Eine merkwürdige Stelle des Simplicius p. 491[b] ſetzt die Centripetalkraft deutlichſt dem Umſchwunge, der Centrifugalkraft, entgegen. Sie gedenkt des „Nicht-Herabfallens der himmliſchen Körper, wenn der Umſchwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten". Deshalb wird bei Plutarch de facie in orbe Lunae p. 923 der nicht zur Erde fallende Mond mit „dem Stein in der Schleuder" verglichen. Ueber die eigentliche Bedeutung der περιχώρησις des Anaxagoras vergl. Schaubach in Anaxag. Clazom. Fragm. 1827 p. 107—109.

[13] (S. 12.) Schaubach a. a. O. p. 151—156 und 185—189. Für von dem Geiſte, νοῦς, beſeelt werden auch die Pflanzen gehalten; Ariſtot. de Plant. I, 1 p. 815 Bekk.

[14] (S. 13.) Vergl. über dieſen Theil der mathematiſchen Phyſik des Plato: Böckh de platonico syst. caelestium globorum 1810 et 1811; Martin, Études sur le Timée T. II. p. 234—242 und Brandis in der Geſchichte der Griechiſch-Römiſchen Philoſophie Th. II. Abth. 1. 1844 S. 375.

[15] (S. 13.) Kosmos Bd. II. S. 520 Anm. 4. Vergl. Gruppe r die Fragmente des Archytas 1840 S. 33.

[16] (S. 13.) Aristot. Polit. VII, 4 p. 1326 und Metaph. 7 pag. 1072, 10 Bekk. und XII, 10 pag. 1074, 5. Das do-Aristotelische Buch de Mundo, welches Ofann dem Chry- is zuschreibt (Kosmos Bd. II. S. 14 und 106), enthält eben- (cap. 6 pag. 397) eine sehr beredte Stelle über den Weltorduer Welterhalter.

[17] (S. 13.) Die Beweisstellen sind gesammelt in Ritter, ch. der Philosophie Th. III. S. 185—191.

[18] (S. 13.) Vergl. Aristot. de anima II, 7 pag. 419. In r Stelle ist die Analogie mit dem Schalle auf das deutlichste edrückt; aber in anderen Schriften hat Aristoteles seine Theorie Sehens mannigfach modificirt. So heißt es de Insomniis 2 p. 459 Bekker: „Es ist offenbar, daß das Sehen, wie ein n, so auch eine Thätigkeit ist, und daß das Gesicht nicht allein der Luft (dem Mittel) etwas erleidet, sondern auch in das tel einwirkt." Zum Beweise wird angeführt, daß ein neuer, reiner Metallspiegel unter gewissen Umständen, durch den uf geworfenen Blick einer Frau, schwer zu vertilgende Nebel- n erhält. (Vergl. damit Martin, Études sur le Timée Platon T. II. p. 159—163.)

[19] (S. 14.) Aristot. de partibus anim. lib. IV cap. 5 681 lin. 12 Bekker.

[20] (S. 14.) Aristot. Hist. Anim. lib. IX cap. 1 pag. 588 10—24 Bekker. Wenn im Thierreiche unter den Repräsen- en der vier Elemente auf unserer Erde einige fehlen, z. B. die, e das Element des reinsten Feuers darstellen, so können viel- t diese Mittelstufen im Monde vorkommen (Biese, die Phil. Aristoteles Bd. II. S. 186). Sonderbar genug, daß der girite in einem anderen Planeten sucht, was wir als Mittel- er der Kette in den untergegangenen Formen von Thier- und nzenarten finden!

[21] (S. 14.) Aristot. Metaph. lib. XIII cap. 3 pag. 1090 20 Bekker.

[22] (S. 15.) Die ἀντιπερίστασις des Aristoteles spielt beson- große Rolle in allen Erklärungen meteorologischer Pro- de generatione et interitu lib. II

cap. 3 p. 330, den Meteorologicis lib. I cap. 12 und lib. III cap. 3 p. 372, und den Problemen (lib. XIV cap. 3, lib. VIII no. 9 p. 888 und lib. XIV no. 3 p. 909), die wenigſtens nach ariſtoteliſchen Grundſätzen abgefaßt ſind. In der alten Polaritäts-Hypotheſe κατ' ἀντιπερίστασιν ziehen ſich aber gleichartige Zuſtände an und ungleichartige (+ und —) ſtoßen ſich entgegengeſetzt ab (vergl. Ideler, Meteorol. veterum Graec. et Rom. 1832 p. 10). Die entgegengeſetzten Zuſtände, ſtatt ſich bindend zu vernichten, erhöhen vielmehr die Spannung. Das ψυχρὸν ſteigert das θερμόν: ſo wie umgekehrt „die umgebende Wärme bei der Hagelbildung, indem das Gewölk ſich in wärmere Luftſchichten ſenkt, den kalten Körper noch kälter macht". Ariſtoteles erklärt durch ſeinen antiperiſtatiſchen Proceß, durch Wärme-Polarität, was die neuere Phyſik durch Leitung, Strahlung, Verdampfung, Veränderung der Wärme-Capacität zu erklären weiß. S. die ſcharfſinnigen Betrachtungen von Paul Erman in den Abhandl. der Berliner Akademie auf das J. 1825 S. 128.

[23] (S. 15.) „Durch die Bewegung der Himmelsſphäre wird alles Veränderliche in den Naturkörpern, werden alle irdiſche Erſcheinungen hervorgerufen." Ariſtot. Meteor. I, 2 p. 339 und de gener. et corrupt. II, 10 p. 336.

[24] (S. 15.) Ariſtot. de Coelo lib. I cap. 9 pag. 279, lib. II cap. 3 pag. 286, lib. II cap. 13 pag. 292 Bekker (vergl. Dieſe Bd. I. S. 352—357).

[25] (S. 16.) Ariſtot. phys. auscult. lib. II cap. 8 pag. 199, de anima lib. III cap. 12 pag. 434, de Animal. generat. lib. V cap. 1 pag. 778 Bekker.

[26] (S. 16.) Ariſtot. Meteor. XII, 8 p. 1074, zu welcher Stelle eine denkwürdige Erläuterung im Commentar des Alexander Aphrodiſienſis enthalten iſt. Die Geſtirne ſind nicht ſeelenloſe Körper, ſie ſind vielmehr als handelnde und lebendige Weſen zu betrachten (Ariſtot. de Coelo lib. II cap. 12 p. 292). Sie ſind das Göttlichere unter dem Erſcheinenden, τὰ θειότερα τῶν φανερῶν (Ariſtot. de Coelo lib. I cap. 9 p. 278 und lib. II cap. 1 p. 284). In der kleinen Pſeudo-Ariſtoteliſchen Schrift de Mundo, in welcher oft eine religiöſe Stimmung vorherrſcht (von der erhaltenden Allmacht Gottes cap. 6 pag. 400), wird der hohe Aether auch göttlich genannt (cap. 2 pag. 392). Was der phantaſiereiche Kepler im

ysterium cosmographicum (cap. 20 p. 71) „bewegende eiſter, animae motrices", nennt, iſt die verworrene Idee einer raft (virtus), welche in der Sonne (anima mundi) ihren Hauptſitz t, nach den Geſetzen des Lichts in der Entfernung abnimmt und e Planeten in elliptiſchen Bahnen umtreibt. (Vergl. Apelt, pochen der Geſch. der Menſchheit Bd. I. S. 274.)

[27] (S. 16.) Kosmos Bd. II. S. 280—291.

[28] (S. 17.) Vergl. die ſcharfſinnige und gelehrte Bearbeitung der erke des Philoſophen von Nola in der Schrift: Jordano Bruno r Christian Bartholmèss T. II. 1847 p. 129, 149 und 201.

[29] (S. 18.) Verbrannt zu Rom am 17 Februar 1600, nach r Sentenz: ut quam clementissime et citra sanguinis effusiom puniretur. Bruno war 6 Jahre unter den Bleidächern in enedig, zwei Jahre in der Inquiſition zu Rom gefangen geweſen. s das Todesurtheil ihm verkündigt ward, ſagte der nichtgebeugte ann die ſchönen, muthigen Worte: majori forsitan cum timore ntentiam in me fertis quam ego accipiam. Aus Italien flüch= (1580), lehrte er in Genf, in Lyon, Toulouſe, Paris, Oxford, arburg, Wittenberg (das er Deutſchlands Athen nennt), ag, Helmſtedt, wo er 1589 die wiſſenſchaftliche Ausbildung des erzogs Heinrich Julius von Braunſchweig=Wolfenbüttel vollendete Bartholmèß T. I. p. 167—178), und ſeit 1592 in Padua.

[30] (S. 18.) Bartholmèß T. II. p. 219, 232 und 370. Ueber e große Himmelsbegebenheit des plötzlich (1572) in der Caſpea auflodernden neuen Sternes hat Bruno die einzelnen Beachtungen ſorgfältig zuſammengeſtellt. Seine naturphiloſophiſchen eziehungen zu zweien ſeiner calabreſiſchen Landsleute, Bernardino eleſio und Thomas Campanella, wie zu dem platoniſirenden Carnal Nicolaus Krebs aus Cuſa (ſ. Kosmos Bd. II. S. 503) ſind neueren Zeiten vielfach geprüft worden.

[31] (S. 19.) »Si duo lapides in aliquo loco Mundi collocaren r propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati coris; illi lapides ad similitudinem duorum Magneticorum corum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum nto intervallo, quanta est alterius moles in comparatione. Si na et terra non retinerentur vi animali (!) aut alia aliqua aequillente, quaelibet in suo circuitu, Terra adscenderet ad Lunam ninquagesima quarta parte intervalli, Luna descenderet ad Terram

quinquaginta tribus circiter partibus intervalli; ibi jungerentur, posito tamen quod substantia utriusque sit unius et ejusdem densitatis.« Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis de Motibus Stellae Martis 1609 Introd. fol. V. Ueber die älteren Anſichten von der Gravitation ſ. Kosmos Bd. II. S. 348, 501 und 502.

[32] (S. 19.) »Si Terra cessaret attrahere ad se aquas suas, aquae marinae omnes elevarentur et in corpus Lunae influerent. Orbis virtutis tractoriae, quae est in Luna, porrigitur usque ad terras, et prolectat aquas quacunque in verticem loci incidit sub Zonam torridam, quippe in occursum suum quacunque in verticem loci incidit, insensibiliter in maribus inclusis, sensibiliter ibi ubi sunt latissimi alvei Oceani propinqui, aquisque spaciosa reciprocationis libertas.« (Kepler l. c.) »Undas a Luna trahi ut ferrum a Magnete....« Kepleri Harmonices Mundi libri quinque 1619 lib. IV cap. 7 p. 162. Dieſelbe Schrift, welche ſo viel herrliches darbietet, ja die Begründung des wichtigen dritten Geſetzes (nach dem die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten ſich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen), wird durch die muthwilligſten Phantaſieſpiele über die Reſpiration, die Nahrung und die Wärme des Erdthieres, über des Thieres Seele, ſein Gedächtniß (memoria animae Terrae), ja ſeine ſchaffende Einbildungskraft (animae Telluris imaginatio) verunſtaltet. Der große Mann hielt ſo feſt an dieſen Träumereien, daß er mit dem myſtiſchen Verfaſſer des Macrocosmos, Robert Fludd aus Orford (der an der Erfindung des Thermometers Theil haben ſoll), über das Prioritätsrecht der Anſichten vom Erdthiere ernſthaft haderte (Harm. Mundi p. 252). — Maſſen-Anziehung wird in Kepler's Schriften oft mit magnetiſcher Anziehung verwechſelt. »Corpus Solis esse magneticum. Virtutem, quae Planetas movet, residere in corpore Solis.« (Stella Martis Pars III cap. 32 und 34.) Jedem Planeten wurde eine Magnet-Achſe zugeſchrieben, welche ſtets nach einer und derſelben Weltgegend gerichtet iſt. (Apelt, Joh. Keppler's aſtron. Weltanſicht 1849 S. 73.)

[33] (S. 19.) Vergl. Kosmos Bd. II. S. 364 und 512 Anm. 55.

[34] (S. 20.) La Vie de Mr. Des-Cartes (par Baillet) 1691 P. I. p. 197 und Oeuvres de Descartes publiées par Victor Cousin T. I. 1824 p. 101.

[35] (S. 20.) Lettres de Descartes au P. Mersenne 19 Nov. 1633 et du 5 Janvier 1634 (Baillet P. I. p. 244—247).

[36] (S. 20.) Die lateiniſche Ueberſetzung führt den Titel: Munsi sive Dissertatio de Lumine ut et de aliis Sensuum jectis primariis. S. R. Descartes, Opuscula postma physica et mathematica Amst. 1704.

[37] (S. 21.) »Lunam aquis carere et aëre: Marium similitudem in Luna nullam reperio. Nam regiones planas quae mons multo obscuriores sunt, quasque vulgo pro maribus haberi eo et oceanorum nominibus insigniri, in his ipsis, longiore scopio inspectis, cavitates exiguas inesse comperio rotundas, bris intus cadentibus; quod maris superficiei convenire nequit: i ipsi campi illi latiores non prorsus aequabilem superficiem eferunt, cum diligentius eas intuemur. Quodcirca maria esse i possunt, sed materia constare debent minus candicante, m quae est partibus asperioribus, in quibus rursus quaedam diori lumine caeteras praecellunt.« Hugenii Cosmotheo- ed. alt. 1699 lib. II p. 114. Auf dem Jupiter vermuthet r Huygens viel Sturm und Regen, denn: ventorum flatus ex nubium Jovialium mutabili facie cognoscitur (lib. I p. 69). Die ume von Huygens über die Bewohner ferner Planeten, eines ſtrengen Mathematikers eben nicht würdig, ſind leider von Immanuel Kant ſeinem vortrefflichen Werke: Allgemeine Naturgeſchichte d Theorie des Himmels 1755 (S. 173—192) erneuert worden.

[38] (S. 22.) Laplace (des oscillations de l'atmosphère, du : solaire et lunaire) in der Mécanique céleste livre IV in der Exposition du Syst. du Monde 1824 p. 291—296.

[39] (S. 22.) Adjicere jam licet de spiritu quodam subtilissimo pora crassa pervadente et in iisdem latente, cujus vi et onibus particulae corporum ad *minimas distantias* se mutuo *ahunt* et contiguae factae cohaerent. Newton, Principia il. nat. (ed. Le Seur et Jacquier 1760) Schol. gen. T. III. 376. Vergl. auch Newton, Opticks (ed. 1718) Query 31 305 und 353, 367 und 372. (Laplace, Syst. du Monde 184; Kosmos Bd. I. S. 56 und 74.)

[40] (S. 23.) Hactenus phaenomena caelorum et maris nostri vim gravitatis exposui, sed causam gravitatis nondum assigi. Oritur utique haec vis a causa aliqua, quae penetrat ad

usque centra solis et planetarum, sine virtutis diminutione; quaeque agit non pro quantitate superficierum particularum, in quas agit (ut solent causae mechanicae), sed pro quantitate materiae solidae. — Rationem harum gravitatis proprietatum ex phaenomenis nondum potui deducere et hypotheses non fingo. Satis est quod gravitas revera existat et agat secundum leges a nobis expositas. Newton, Principia Phil. nat. p. 676. — To tell us that every species of things is endow'd with an occult specifick quality by which it acts and produces manifest effects, is to tell us nothing: but to derive two or three general principles of motion from phaenomena, and afterwards to tell us how the properties and actions of all corporeal things follow from those manifest principles, would be a very great step in Philosophy, though the causes of those principles were not yet discovered: and therefore I scruple not to propose the principles of motion and leave their causes to be found out. Newton, Opticks p. 377. Früher, Query 31 p. 351, heißt es: Bodies act one upon another by the attraction of gravity, magnetism and electricity, and it is not improbable that there may be more attractive powers than these. How these attractions may be performed, I do not here consider. What I call attraction, may be performed by *impulse* or by some other means unknown to me. I use that word here to signify only in general any force by which bodies tend towards one another, whatsoever be the cause.

" (S. 23.) I suppose the rarer aether within bodies and the denser without them. Operum Newtoni Tomus IV. (ed. 1782 Sam. Horsley) p. 386, mit Anwendung auf die Erklärung der von Grimaldi entdeckten Diffraction oder Lichtbeugung. Am Schluſſe des Briefes von Newton an Robert Boyle vom Febr. 1678 p. 394 heißt es: I shall set down one conjecture more which came into my mind: it is about the cause of gravity..... Auch die Correſpondenz mit Oldenburg vom December 1675 beweiſt, daß der große Mann damals den Aether-Hypotheſen nicht abgeneigt war. Nach dieſen ſollte der Stoß des materiellen Lichtes den Aether in Schwingung ſetzen; die Schwingungen des Aethers allein, welcher Verwandtſchaft mit einem Nerven-Fluidum hat, erzeugten nicht das Licht. S. über den Streit mit Hooke Horsley T. IV. p. 378—380.

[42] (S. 23.) Brewſter, Life of Sir Isaac Newton p. 303—305.

[43] (S. 23.) Die Erklärung not to take gravity for an eſſential property of bodies, welche Newton im Second Advertiſement giebt, contraſtirt mit den Attractions- und Repulſions-Kräften, welche er allen Maſſentheilchen (molécules) zuſchreibt, um nach der Emiſſions-Theorie die Phänomene der Brechung und Zurückwerfung der Lichtſtrahlen von ſpiegelnden Flächen „vor der wirklichen Berührung“ zu erklären. (Newton, Opticks Book II Prop. 8 p. 241 und Brewſter a. a. O. p. 301.) Nach Kant (ſ. die Metaphyſiſchen Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft 1800 S. 28) kann die Exiſtenz der Materie nicht gedacht werden ohne dieſe Kräfte der Anziehung und Abſtoßung. Alle phyſiſchen Erſcheinungen ſind deshalb nach ihm wie nach dem früheren Goodwin Knight (Philos. Transact. 1748 p. 264) auf den Conflict der zwei Grundkräfte zurückzuführen. In den atomiſtiſchen Syſtemen, die Kant's dynamiſchen Anſichten diametral entgegengeſetzt ſind, wurde nach einer Annahme, welche beſonders durch Lavoiſier ſich weit verbreitete, die Anziehungskraft den discreten ſtarren Grundkörperchen (molécules), aus denen alle Körper beſtehen ſollen; die Abſtoßungskraft aber den Wärmeſtoff-Atmoſphären, welche die Grundkörperchen umgeben, zugeſchrieben. In dieſer Hypotheſe, welche den ſogenannten Wärmeſtoff als eine ſtetig ausgedehnte Materie betrachtet, werden demnach zweierlei Materien, d. i. zweierlei Elementarſtoffe, wie in der Mythe von zwei Aether-Arten (Newton, Opt. Query 28 p. 339), angenommen. Man fragt dann, was wiederum jene Wärme-Materie ausdehnt? Betrachtungen über die Dichtigkeit der molécules in Vergleich mit der Dichtigkeit ihrer Aggregate (der ganzen Körper) leiten nach atomiſtiſchen Hypotheſen zu dem Reſultate: daß der Abſtand der Grundkörperchen von einander weit größer als ihr Durchmeſſer iſt.

[44] (S. 25.) Kosmos Bd. I. S. 98—102.

[45] (S. 25.) A. a. O. Bd. I. S. 39 und 50—56.

[46] (S. 25.) Wilhelm von Humboldt, geſammelte Werke Bd. I. S. 23.

Ergebniſſe der Beobachtung

aus dem

uranologiſchen Theile der phyſiſchen Weltbeſchreibung.

Wir beginnen wieder mit den Tiefen des Weltraumes und den fernen Sporaden der Sternſchwärme, welche dem teleſcopiſchen Sehen als ſchwach aufglimmende Nebelflecke erſcheinen. Stufenweiſe ſteigen wir herab zu den um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt kreiſenden, oft zweifarbigen Doppelſternen; zu den näheren Sternſchichten, deren eine unſer Planetenſyſtem zu umſchließen ſcheint; durch dieſes Planetenſyſtem zu dem luft- und meerumfloſſenen Erdſphäroid, das wir bewohnen. Es iſt ſchon in dem Eingange des allgemeinen Naturgemäldes[1] angedeutet worden, daß dieſer Ideengang dem eigentlichen Charakter eines Werkes über den Kosmos allein angemeſſen iſt: da hier nicht, den Bedürfniſſen unmittelbarer ſinnlicher Anſchauung entſprechend, von dem heimiſchen, durch organiſche Kräfte auf ſeiner Oberfläche belebten, irdiſchen Wohnſitze begonnen und von den ſcheinbaren Bewegungen der Weltkörper zu den wirklichen übergegangen werden kann.

Das uranologiſche Gebiet, dem telluriſchen entgegengeſetzt, zerfällt bequem in zwei Abtheilungen, von denen die eine die Aſtrognoſie oder den Fixſternhimmel, die andere unſer Sonnen- und Planetenſyſtem umfaßt. Wie unvollkommen und ungenügend eine ſolche Nomenclatur, die Bezeichnung ſolcher Abtheilungen iſt, braucht hier nicht wiederholt entwickelt zu werden. Es ſind in den Naturwiſſenſchaften Namen eingeführt worden, ehe man die Verſchiedenartigkeit der Objecte und ihre ſtrengere Begrenzung hinlänglich kannte.[2] Das Wichtigſte bleibt die Verkettung der Ideen und die Anreihung, nach der die Objecte behandelt werden ſollen. Neuerungen in den Namen der Gruppen, Ablenkung vielgebrauchter Namen von ihrer bisherigen Bedeutung wirken entfremdend und zugleich Verwirrung erregend.

a. Aſtrognoſie (Fixſternhimmel).

Nichts iſt ruhend im Weltraum; auch die Fixſterne ſind es nicht: wie zuerſt Halley[3] an Sirius, Arcturus und Aldebaran darzuthun verſuchte, und die neuere Zeit unwiderſprechlich bei vielen erwieſen hat. Der helle Stern im Ochſenhüter Arcturus hat in den 2100 Jahren (ſeit Ariſtillus und Hipparch), die er beobachtet wird, um drittehalb Vollmond-Breiten ſeinen Ort verändert gegen die benachbarten ſchwächeren Sterne. Encke bemerkt, „daß der Stern μ in der Caſſiopeja um $3\frac{1}{2}$, der Stern 61 des Schwans um 6 Vollmond-Breiten von ihrer Stelle gerückt erſchienen ſein würden, wenn die alten Beobachtungen genau genug geweſen wären, um es anzuzeigen". Schlüſſe, auf Analogien

gegründet, berechtigen zu der Vermuthung, daß überall fortschreitende und auch wohl rotirende Bewegung ist. Der Name Fixstern leitet auf irrige Voraussetzungen: man mag ihn in seiner ersten Deutung bei den Griechen auf das Eingeheftet-Sein in den krystallenen Himmel, oder nach späterer, mehr römischer Deutung auf das Feste, Ruhende beziehen. Eine dieser Ideen mußte zu der anderen führen. Im griechischen Alterthum, wenigstens hinaufreichend bis Anaximenes aus der ionischen Schule oder bis zu dem Pythagoreer Alcmäon, wurden alle Gestirne eingetheilt in wandelnde (ἄστρα πλανώμενα oder πλανητά) und in nicht wandelnde, feste Sterne (ἀπλανεῖς ἀστέρες oder ἀπλανῆ ἄστρα).[4] Neben dieser allgemein gebrauchten Benennung der Fixsterne, welche Macrobius im Somnium Scipionis durch Sphaera aplanes latinisirt[5], findet sich bei Aristoteles mehrfach (als wolle er einen neuen terminus technicus durchführen) für Fixsterne der Name eingehefteter Gestirne, ἐνδεδεμένα ἄστρα, statt ἀπλανῆ.[6] Aus dieser Wortform sind entstanden: bei Cicero sidera infixa coelo; bei Plinius stellas, quas putamus affixas; ja bei Manilius astra fixa, ganz wie unsere Fixsterne.[7] Die Idee des Eingeheftet-Seins leitete auf den Nebenbegriff der Unbeweglichkeit, des fest an einer Stelle Bleibens; und so wurde das ganze Mittelalter hindurch, in lateinischen Uebersetzungen, die ursprüngliche Bedeutung des Worts infixum oder affixum sidus nach und nach verdrängt, und die Idee der Unbeweglichkeit allein festgehalten. Den Anstoß dazu finden wir schon in der sehr rhetorischen Stelle des Seneca (Nat. Quaest. VII, 24) über die Möglichkeit neue Planeten zu entdecken: credis

autem in hoc maximo et pulcherrimo corpore inter innumerabiles stellas, quae noctem decore vario distinguunt, quae aëra minime vacuum et inertem esse patiuntur, quinque solas esse, quibus exercere se liceat; *ceteras stare, fixum et immobilem populum?* Dies ſtille, unbewegliche Volk iſt nirgends zu finden.

Um die Hauptreſultate wirklicher Beobachtung und die Schlüſſe oder Vermuthungen, zu welchen dieſe Beobachtungen führen, bequem in Gruppen zu vertheilen, ſondere ich in der aſtrognoſtiſchen Sphäre der Weltbeſchreibung von einander ab:

1) die Betrachtungen über den Weltraum und was ihn zu erfüllen ſcheint;

2) das natürliche und teleſcopiſche Sehen, das Funkeln der Geſtirne, die Geſchwindigkeit des Lichts und die photometriſchen Verſuche über die Intenſität des Sternenlichtes;

3) die Zahl, Vertheilung und Farbe der Sterne; die Sternhaufen (Sternſchwärme) und die Milchſtraße, die mit wenigen Nebelflecken gemengt iſt;

4) die neuerſchienenen und die verſchwundenen Sterne, die periodiſch veränderlichen;

5) die eigene Bewegung der Fixſterne, die problematiſche Exiſtenz dunkeler Weltkörper, die Parallaxe und gemeſſene Entfernung einiger Fixſterne;

6) die Doppelſterne und die Zeit ihres Umlaufs um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt;

7) die Nebelflecke, welche in den Magellaniſchen Wolken mit vielen Sternhaufen vermiſcht ſind, die ſchwarzen Flecke (Kohlenſäcke) am Himmelsgewölbe.

Der Weltraum, und Vermuthungen über das, was den Weltraum zwiſchen den Geſtirnen zu erfüllen ſcheint.

Man iſt geneigt die phyſiſche Weltbeſchreibung, wenn ſie von dem anhebt, was die fernſten Himmelsräume zwiſchen den geballten Weltkörpern ausfüllt und unſeren Organen unerreichbar bleibt, mit den mythiſchen Anfängen der Weltgeſchichte zu vergleichen. In der unendlichen Zeit wie im unendlichen Raume erſcheint alles in ungewiſſem, oft täuſchendem Dämmerlichte. Die Phantaſie iſt dann zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu ſchöpfen und den unbeſtimmten, wechſelnden Geſtalten Umriß und Dauer zu geben.[8] Ein ſolches Geſtändniß kann genügen, denke ich, um vor dem Vorwurf zu bewahren, das, was durch unmittelbare Beobachtung oder Meſſung zu einer mathematiſchen Gewißheit erhoben worden, mit dem zu vermiſchen, was auf ſehr unvollſtändige Inductionen gegründet iſt. Wilde Träume gehören in die Romantik der phyſiſchen Aſtronomie. Ein durch wiſſenſchaftliche Arbeiten geübter Sinn verweilt aber gern bei ſolchen Fragen, welche, in genauem Zuſammenhange mit dem dermaligen Zuſtande unſeres Wiſſens, wie mit den Hoffnungen, welche dieſer Zuſtand erregt, ſchon von den ausgezeichnetſten Aſtronomen unſerer Zeit einer ernſten Erörterung werth gehalten worden ſind.

Durch den Einfluß der Gravitation oder allgemeinen Schwere, durch Licht und ſtrahlende Wärme[9] ſtehen wir, wie man mit großer Wahrſcheinlichkeit annehmen kann, in

Verkehr nicht bloß mit unſerer Sonne, ſondern auch mit allen anderen leuchtenden Sonnen des Firmaments. Die wichtige Entdeckung von dem Widerſtande, welchen ein, den Weltraum füllendes Fluidum einem Cometen von fünfjähriger Umlaufszeit meßbar entgegenſetzt, hat ſich durch die genaue Uebereinſtimmung der numeriſchen Verhältniſſe vollſtändig bewährt. Auf Analogien gegründete Schlüſſe können einen Theil der weiten Kluft ausfüllen, welche die ſicheren Reſultate einer mathematiſchen Naturphiloſophie von den Ahndungen trennt, die auf die äußerſten, und darum ſehr nebeligen und öden Grenzen aller wiſſenſchaftlichen Gedankenentwickelung gerichtet ſind.

Aus der Unendlichkeit des Weltraums, die freilich von Ariſtoteles bezweifelt ward [10], folgt ſeine Unermeßlichkeit. Nur einzelne Theile ſind meßbar geworden; und die, alle unſere Faſſungskraft überſchreitenden Reſultate der Meſſung werden gern von denen zuſammengeſtellt, welche an großen Zahlen eine kindliche Freude haben, ja wohl gar wähnen durch ſtaunen- und ſchreckenerregende Bilder phyſiſcher Größe den Eindruck der Erhabenheit aſtronomiſcher Studien vorzugsweiſe zu erhöhen. Die Entfernung des 61ten Sterns des Schwans von der Sonne iſt 657000 Halbmeſſer der Erdbahn; und das Licht braucht etwas über 10 Jahre, um dieſe Entfernung zu durchlaufen, während es in 8′ 17″,78 von der Sonne zur Erde gelangt. Sir John Herſchel vermuthet nach einer ſinnreichen Combination photometriſcher Schätzungen [11], daß Sterne des großen Ringes der Milchſtraße, die er im 20füßigen Teleſcop aufglimmen ſah, wären es neu entſtandene leuchtende Weltkörper, an 2000 Jahre gebraucht haben würden, um uns den erſten Lichtſtrahl

zuzuſenden. Alle Verſuche ſolche numeriſchen Verhältniſſe anſchaulich zu machen ſcheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch ſie gemeſſen werden ſollen, oder an der Größe der Zahl aus den Wiederholungen dieſer Einheit. Beſſel ſagte ſehr wahr [12], daß „die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, nicht anſchaulicher für uns iſt als die Entfernung, die es in zehn Jahren zurücklegt. Dazu verfehlt ihren Zweck jede Bemühung eine Größe zu verſinnlichen, welche alle auf der Erde zugänglichen weit überſchreitet.“ Die unſere Faſſungskraft bedrängende Macht der Zahlen bietet ſich uns in den kleinſten Organismen des Thierlebens wie in der Milchſtraße der ſelbſtleuchtenden Sonnen dar, die wir Fixſterne nennen. Welche Maſſe von Polythalamien ſchließt nicht nach Ehrenberg eine dünne Kreideſchicht ein! Von der microſcopiſchen Galionella distans enthält ein Cubikzoll nach dieſem großen Naturforſcher in der 40 Fuß hohen Bergkuppe des Biliner Polirſchiefers 41000 Millionen Einzelthiere. Von Galionella ferruginea enthält der Cubikzoll über 1 Billion 750000 Millionen Individuen. [13] Solche Schätzungen erinnern an den Arenarius (ψαμμίτης) des Archimedes, an die Sandkörner, welche den Weltraum ausfüllen könnten! Mahnen am Sternenhimmel die Eindrücke von nicht auszuſprechenden Zahlen und räumlicher Größe, von Dauer und langen Zeitperioden den Menſchen an ſeine Kleinheit, an ſeine phyſiſche Schwäche, an das Ephemere ſeiner Exiſtenz; ſo erhebt ihn freudig und kräftigend wieder das Bewußtſein, durch Anwendung und glückliche Selbſtentwickelung der Intelligenz ſchon ſo Vieles und ſo Wichtiges von der Geſetzmäßigkeit der Natur, von der ſideriſchen Weltordnung erforſcht zu haben.

Wenn die Welträume, welche die Geſtirne von einander trennen, nicht leer[14], ſondern mit irgend einer Materie gefüllt ſind, wie nicht bloß die Fortpflanzung des Lichtes, ſondern auch eine beſondere Art ſeiner Schwächung, das auf die Umlaufszeit des Enckiſchen Cometen wirkende widerſtehende (hemmende) Mittel, und die Verdunſtung zahlreicher und mächtiger Cometenſchweife zu beweiſen ſcheinen; ſo müſſen wir aus Vorſicht gleich hier in Erinnerung bringen, daß unter den unbeſtimmten jetzt gebrauchten Benennungen: Himmelsluft, kosmiſche (nicht ſelbſtleuchtende) Materie, und Weltäther, die letztere, uns aus dem früheſten ſüd- und weſt-aſiatiſchen Alterthume überkommen, im Lauf der Jahrhunderte nicht ganz dieſelben Ideen bezeichnet hat. Bei den indiſchen Naturphiloſophen gehört der Aether (âkâ'sa) zum Fünfthum (pantschatâ); d. h. er iſt eins von den fünf Elementen: ein Fluidum unendlicher Feinheit, welches das Univerſum, das ganze Weltall, durchdringt, ſowohl der Anreger des Lebens als das Fortpflanzungsmittel des Schalles.[15] Etymologiſch bedeutet âkâ'sa nach Bopp „leuchtend, glänzend, und ſteht demnach in ſeiner Grundbedeutung dem Aether der Griechen ſo nahe, als leuchten dem brennen ſteht."

Dieſer Aether (αἰθήρ) war nach den Dogmen der ioniſchen Naturphiloſophie, nach Anaxagoras und Empedocles, von der eigentlichen, gröberen (dichteren), mit Dünſten gefüllten Luft (ἀήρ), die den Erdkreis umgiebt „und vielleicht bis zum Monde reicht", ganz verſchieden. Er war „feuriger Natur, eine reine Feuerluft, hellſtrahlend[16], von großer Feinheit (Dünne) und ewiger Heiterkeit." Mit dieſer Definition ſtimmt vollkommen die etymologiſche Ableitung von

brennen (αἴθειν): die ſpäter ſonderbar genug aus Vorliebe für mechaniſche Anſichten, wegen des beſtändigen Umſchwunges und Kreislaufes, von Plato und Ariſtoteles wortſpielend in eine andere (ἀεὶ θεῖν) umgewandelt wurde.[17] Der Begriff der Feinheit und Dünne des hohen Aethers ſcheint nicht etwa Folge der Kenntniß reiner, von ſchweren Erddünſten mehr befreiter Bergluft, oder gar der mit der Höhe abnehmenden Dichte der Luftſchichten geweſen zu ſein. In ſo fern die Elemente der Alten weniger Stoffverſchiedenheiten oder gar Einfachheit (Unzerlegbarkeit) von Stoffen als Zuſtände der Materie ausdrücken, wurzelt der Begriff des hohen Aethers (der feurigen Himmelsluft) in dem erſten und normalen Gegenſatze von ſchwer und leicht, von unten und oben, von Erde und Feuer. Zwiſchen dieſen Extremen liegen zwei mittlere Elementar-Zuſtände: Waſſer, der ſchweren Erde; Luft, dem leichten Feuer näher.[18]

Der Aether des Empedocles hat als ein den Weltraum füllendes Mittel nur durch Feinheit und Dünne Analogie mit dem Aether, durch deſſen Transverſal-Schwingungen die neuere Phyſik die Fortpflanzung des Lichtes und alle Eigenſchaften deſſelben (doppelte Brechung, Polariſation, Interferenz) ſo glücklich nach rein mathematiſcher Gedankenentwickelung erklärt. In der Naturphiloſophie des Ariſtoteles wird dazu noch gelehrt, daß der ätheriſche Stoff alle lebendigen Organismen der Erde, Pflanzen und Thiere, durchdringe; daß er in ihnen das Princip der Lebenswärme, ja der Keim eines ſeeliſchen Principes werde, welches unvermiſcht mit dem Körper die Menſchen zur Selbſtthätigkeit anfache.[19] Dieſe Phantaſien ziehen den Aether aus dem höheren Weltraum

in die irdiſche Sphäre herab; ſie zeigen ihn als eine überaus feine, den Luftkreis und ſtarre Körper continuirlich durchdringende Subſtanz: ganz wie den ſchwingenden Licht-Aether bei Huygens, Hooke und den jetzigen Phyſikern. Was aber zunächſt beide Hypotheſen des Aethers, die ältere ioniſche und die neuere, von einander unterſcheidet, iſt die urſprüngliche, wenn auch von Ariſtoteles nicht ganz getheilte, Annahme des Selbſtleuchtens. Die hohe Feuerluft des Empedocles wird ausdrücklich hellſtrahlend (*παμφανόων*) genannt, und bei gewiſſen Erſcheinungen von den Erdbewohnern durch Spalten und Riſſe (*χάσματα*), die in dem Firmamente ſich bilden, in Feuerglanz geſehen.[20]

Bei dem jetzt ſo vielfach erforſchten innigen Verkehr zwiſchen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus wird es für wahrſcheinlich gehalten, daß, wie die Transverſal-Schwingungen des den Weltraum erfüllenden Aethers die Erſcheinungen des Lichts erzeugen, die thermiſchen und electro-magnetiſchen Erſcheinungen auf analogen Bewegungsarten (Strömungen) beruhen. Große Entdeckungen über dieſe Gegenſtände bleiben der Zukunft vorbehalten. Das Licht und die, von dieſem unzertrennliche, ſtrahlende Wärme ſind für die nicht ſelbſtleuchtenden Weltkörper, für die Oberfläche unſeres Planeten eine Haupturſach aller Bewegung und alles organiſchen Lebens.[21] Selbſt fern von der Oberfläche, im Inneren der Erdrinde, ruft die eindringende Wärme electro-magnetiſche Strömungen hervor, welche auf Stoff-Verbindungen und Stoff-Zerſetzungen, auf alle geſtaltende Thätigkeit im Mineralreiche, auf die Störung des Gleichgewichts in der Atmoſphäre, wie auf die Functionen vegetabiliſcher und animaliſcher

Organismen ihren anregenden Einfluß ausüben. Wenn in Strömungen bewegte Electricität magnetiſche Kräfte entwickelt, wenn nach einer früheren Hypotheſe von Sir William Herſchel[22] die Sonne ſelbſt ſich in dem Zuſtande „eines perpetuirlichen Nordlichts“ (ich würde ſagen eines electromagnetiſchen Gewitters) befände; ſo wäre es nicht ungeeignet, zu vermuthen, daß auch in dem Weltraume das durch Aetherſchwingungen fortgepflanzte Sonnenlicht von electro-magnetiſchen Strömungen begleitet ſei.

Unmittelbare Beobachtung der periodiſchen Veränderung in der Declination, Inclination und Intenſität hat freilich bisher in dem Erdmagnetismus bei den verſchiedenen Stellungen der Sonne oder des uns nahen Mondes keinen Einfluß mit Sicherheit offenbart. Die magnetiſche Polarität der Erde zeigt nicht Gegenſätze, welche ſich auf die Sonne beziehen und welche die Vorrückung der Nachtgleichen bemerkbar[23] afficirt. Nur die merkwürdige drehende oder ſchwingende Bewegung des ausſtrömenden Lichtkegels des Halley'ſchen Cometen, welche Beſſel vom 12 zum 22 October 1835 beobachtete und zu deuten verſuchte, hatte dieſen großen Aſtronomen von dem Daſein einer Polarkraft, „von der Wirkung einer Kraft überzeugt, welche von der Gravitation oder gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne bedeutend verſchieden ſei: weil diejenigen Theile des Cometen, welche den Schweif bilden, die Wirkung einer abſtoßenden Kraft des Sonnenkörpers[24] erfahren.“ Auch der prachtvolle Comet von 1744, den Heinſius beſchrieben, hatte bei meinem verewigten Freunde zu ähnlichen Vermuthungen Anlaß gegeben.

Für minder problematiſch als die electro-magnetiſchen

inomene im Weltraum werden die Wirkungen der strah-
den Wärme gehalten. Die Temperatur des Welt-
ms ist nach Fourier und Poisson das Resultat der
rmestrahlung der Sonne und aller Gestirne, ver-
dert durch die Absorption, welche die Wärme erleidet,
em sie den „mit Aether" gefüllten Raum durchläuft. [25]
ser Sternenwärme geschieht schon bei den Alten (bei
echen und Römern[26]) mehrfach Erwähnung: nicht bloß weil
h einer allgemein herrschenden Voraussetzung die Gestirne
Region des feurigen Aethers angehören, sondern weil
selbst feuriger Natur[27], ja nach der Lehre des Aristarch
Samos Fixsterne und Sonne Einer Natur sind. In
neuesten Zeit ist durch die zwei großen französischen
thematiker, welche wir eben genannt, das Interesse für
ohngefähre Bestimmung der Temperatur der Welträume
so lebhafter angeregt worden, als man endlich eingesehen
, wie wichtig diese Bestimmung wegen Wärmestrahlung der
oberfläche gegen das Himmelsgewölbe für alle thermischen
:hältnisse, ja man darf sagen für die ganze Bewohnbarkeit
eres Planeten ist. Nach der analytischen Theorie der
irme von Fourier ist die Temperatur des Weltraums
s espaces planétaires ou célestes) etwas unter der mitt-
n Temperatur der Pole, vielleicht selbst noch unter dem
ßten Kältegrade, welchen man bisher in den Polargegen-
beobachtet hat. Fourier schätzt sie demnach auf — 50°
— 60° Cent. (40° bis 48° Réaum. unter dem Ge-
rpunkte). Der Eispol (pôle glacial), Punkt der größ-
Kälte, fällt eben so wenig mit dem Erdpole zusammen
der Wärme-Aequator (équateur thermal), der die
rmsten Punkte aller Meridiane verbindet, mit dem

geographiſchen Aequator. Der nördliche Erdpol iſt, aus der allmäligen Abnahme der Mittel-Temperaturen geſchloſſen, nach Arago — 25°, wenn das Maximum der im Januar 1834 im Fort Reliance (Br. 62° 46′) von Capitän Back gemeſſenen Kälte — 56°,6 (— 45°,3 Réaum.) war.[28] Die niedrigſte uns bekannte Temperatur, welche man bisher auf der Erde überhaupt wahrgenommen hat, iſt wohl die zu Jakutſk (Br. 62° 2′) am 21 Januar 1838 von Reveroff beobachtete. Der in allen ſeinen Arbeiten ſo genaue Middendorff hatte die Inſtrumente des Beobachters mit den ſeinigen verglichen. Reveroff fand die Kälte des genannten Tages — 60° Cent. (— 48° R.)

Zu den vielen Gründen der Unſicherheit eines numeriſchen Reſultats für den thermiſchen Zuſtand des Weltraums gehört auch der, daß man bisher nicht vermag das Mittel aus den Temperatur-Angaben der Eispole beider Hemiſphären zu ziehen, da wir mit der Meteorologie des Südpols, welche die mittleren Jahres-Temperaturen entſcheiden ſoll, noch ſo wenig bekannt ſind. Die Behauptung Poiſſon's, daß wegen der ungleichen Vertheilung der wärmeſtrahlenden Sterne die verſchiedenen Regionen des Weltraums eine ſehr verſchiedene Temperatur haben, und daß der Erdkörper während der Bewegung des ganzen Sonnenſyſtems, warme und kalte Regionen durchwandernd, von außen ſeine innere Wärme erhalten habe[29]; hat für mich eine ſehr geringe phyſikaliſche Wahrſcheinlichkeit.

Ob der Temperatur-Zuſtand des Weltraumes, ob die Klimate der einzelnen Regionen deſſelben in dem Lauf der Jahrtauſende großen Veränderungen ausgeſetzt ſind, hängt vorzüglich von der Löſung eines von Sir William Herſchel

haft angeregten Problemes ab: sind die Nebelflecke fort-
reitenden Gestaltungsprocessen unterworfen, indem sich in
ten der Weltdunst um einen oder um mehrere Kerne,
ch Attractions-Gesetzen, verdichtet? Durch eine solche Ver-
htung des kosmischen Nebels nämlich muß, wie bei
em Uebergange des Gasförmigen und Flüssigen zum Star-
t, Wärme entbunden werden.[30] Wenn nach den neuesten
nsichten, nach den wichtigen Beobachtungen von Lord Rosse
d Bond, es wahrscheinlich wird, daß alle Nebelflecke,
bst die, welche durch die größte Kraft der optischen In-
umente noch nicht ganz aufgelöst wurden, dicht zusam-
ngedrängte Sternschwärme sind; so wird der Glaube
diese perpetuirlich anwachsende Wärme-Erzeugung aller-
ngs etwas erschüttert. Aber auch kleine starre Weltkörper,
in Fernröhren als unterscheidbare leuchtende Punkte auf-
mmen, können zugleich ihre Dichte verändern, indem sie
) zu größeren Massen verbinden; ja viele Erscheinungen,
lche unser eigenes Planetensystem darbietet, leiten zu der
nahme, daß die Planeten aus einem dunstförmigen Zu-
nde erstarrt sind, daß ihre innere Wärme dem Gestal-
ngsprocesse der geballten Materie ihren Ursprung verdankt.

Es muß auf den ersten Anblick gewagt erscheinen, eine
grausenvoll niedrige Temperatur des Weltraums,
lche zwischen dem Gefrierpunkt des Queckſilbers und dem
) Weingeistes liegt, den bewohnbaren Klimaten des
dkörpers, dem Pflanzen- und Thierleben, wenn auch nur
ttelbar, wohlthätig zu nennen; aber um die Richtig-
t des Ausdrucks zu begründen, braucht man nur an die
irkung der Wärme-Ausstrahlung zu denken. Unsere durch
n Sonnenkörper erwärmte Erdoberfläche und der Luftkreis

ſelbſt bis zu ſeinen oberſten Schichten ſtrahlen frei gegen den Himmelsraum. Der Wärme-Verluſt, den ſie erleiden, entſteht aus dem thermiſchen Unterſchiede des Himmelsraums und der Luftſchichten, aus der Schwäche der Gegenſtrahlung. Wie ungeheuer[31] würde dieſer Verluſt ſein, wenn der Weltraum, ſtatt der Wärme, welche wir durch — 60° eines Queckſilber-Thermometers nach Centeſimal-Graden bezeichnen, eine viel niedrigere, z. B. — 800°, oder gar eine mehrere tauſendmal geringere Temperatur hätte!

Es bleibt uns übrig noch zwei Betrachtungen über das Daſein eines den Weltraum füllenden Fluidums zu entwickeln, von denen die eine, ſchwächer begründete, auf eine beſchränkte Durchſichtigkeit des Weltraumes; die andere, auf unmittelbare Beobachtung geſtützt und numeriſche Reſultate liefernd, ſich auf die regelmäßig verkürzte Umlaufszeit des Enckiſchen Cometen bezieht. Olbers in Bremen und, wie Struve bemerkt, achtzig Jahre früher Loys de Cheſeaux in Genf[32] machten auf das Dilemma aufmerkſam: es müſſe, da man ſich in dem unendlichen Weltraume keinen Punkt denken könne, der nicht einen Fixſtern, d. i. eine Sonne, darböte, entweder das ganze Himmelsgewölbe, wenn das Licht vollſtändig ungeſchwächt zu uns gelangte, ſo leuchtend als unſere Sonne erſcheinen; oder, wenn dem nicht ſo ſei, eine Lichtſchwächung im Durchgang durch den Weltraum angenommen werden, eine Abnahme der Licht-Intenſität in ſtärkerem Maaße als in dem umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung. Indem wir nun einen ſolchen den ganzen Himmel faſt gleichförmig bedeckenden Lichtglanz, deſſen auch Halley[33] nach einer von ihm verworfenen Hypotheſe gedenkt, nicht

bemerken; ſo muß, nach Cheſeaux, Olbers und Struve, der Weltraum keine vollkommene und abſolute Durchſichtigkeit haben. Reſultate, die Sir William Herſchel aus Stern-Aichungen[34] und aus ſinnreichen Unterſuchungen über die raumdurchdringende Kraft ſeiner großen Fernröhre gezogen, ſcheinen zu begründen: daß, wenn das Licht des Sirius auf ſeinem Wege zu uns durch ein gasförmiges oder ätheriſches Fluidum auch nur um $1/800$ geſchwächt würde; dieſe Annahme, welche das Maaß der Dichtigkeit eines lichtſchwächenden Fluidums gäbe, ſchon hinreichen könnte die Erſcheinungen, wie ſie ſich darbieten, zu erklären. Unter den Zweifeln, welche der berühmte Verfaſſer der neuen Outlines of Astronomy gegen Olbers und Struve aufſtellt, iſt einer der wichtigſten, daß ſein zwanzigfüßiges Teleſcop in dem größten Theile der Milchſtraße, in beiden Hemiſphären, ihm die kleinſten Sterne auf ſchwarzem Grunde projicirt[35] zeigt.

Einen beſſeren und, wie ſchon oben geſagt, durch unmittelbare Beobachtung begründeten Beweis von dem Daſein eines widerſtandleiſtenden, hemmenden Fluidums[36] liefern der Enckiſche Comet und die ſcharfſinnigen, ſo wichtigen Schlußfolgen, auf welche derſelbe meinen Freund geleitet hat. Das hemmende Mittel muß aber von dem alles durchdringenden Lichtäther verſchieden gedacht werden: weil daſſelbe nur Widerſtand leiſten kann, indem es das Starre nicht durchdringt. Die Beobachtungen erfordern zur Erklärung der verminderten Umlaufszeit (der verminderten großen Axe der Ellipſe) eine Tangentialkraft, und die Annahme des widerſtehenden Fluidums gewährt dieſe am directeſten.[37] Die größte Wirkung äußert ſich in den nächſten 25 Tagen vor dem Durchgange des Cometen durch das Perihel,

und in den 25 Tagen, welche auf den Durchgang folgen. Der Werth der Conſtante iſt alſo etwas verſchieden, weil nahe am Sonnenkörper die ſo dünnen, aber doch gravitirenden Schichten des hemmenden Fluidums dichter ſind. Olbers[38] behauptete, daß das Fluidum nicht in Ruhe ſein könne, ſondern rechtläufig um die Sonne rotire; und deshalb müſſe der Widerſtand gegen rückläufige Cometen, wie der Halley'ſche, ganz anders ſein als gegen den rechtläufigen Enckiſchen Cometen. Die Perturbations-Rechnungen bei Cometen von langem Umlaufe und die Verſchiedenheit der Maſſen und Größen der Cometen verwickeln die Reſultate, und verhüllen, was einzelnen Kräften zuzuſchreiben ſein könnte.

Die dunſtartige Materie, welche den Ring des Thierkreislichtes bildet, iſt, wie Sir John Herſchel[39] ſich ausdrückt, vielleicht nur der dichtere Theil des cometen-hemmenden Fluidums ſelbſt. Wenn auch ſchon erwieſen wäre, daß alle Nebelflecke nur undeutlich geſehene, zuſammengedrängte Sternſchwärme ſind; ſo ſteht doch wohl die Thatſache feſt, daß eine Unzahl von Cometen durch das Verdunſten ihrer bis 14 Millionen Meilen langen Schweife den Weltraum mit Materie erfüllen. Arago hat aus optiſchen Gründen ſinnreich gezeigt[40], wie die veränderlichen Sterne, welche immer weißes Licht und in ihren periodiſchen Phaſen nie eine Färbung zeigen, ein Mittel darbieten könnten die obere Grenze der Dichtigkeit zu beſtimmen, welche dem Weltäther zuzuſchreiben iſt, wenn man denſelben in ſeinem Brechungsvermögen den gasförmigen irdiſchen Flüſſigkeiten gleich ſetzt.

Mit der Frage von der Exiſtenz eines ätheriſchen Fluidums, welches die Welträume füllt, hängt auch die, von

Wollaſton [41] ſo lebhaft angeregte, über die Begrenzung der Atmoſphäre zuſammen: eine Begrenzung, welche in der Höhe ſtatt finden muß, wo die ſpecifiſche Elaſticität der Luft mit der Schwere ins Gleichgewicht kommt. Faraday's ſcharfſinnige Verſuche über die Grenze einer Queckſilber-Atmoſphäre (über die Höhe, welche an Goldblättchen niedergeſchlagene Queckſilberdämpfe in luftvollem Raume kaum zu erreichen ſcheinen) haben der Annahme einer beſtimmten Oberfläche des Luftkreiſes, „gleich der Oberfläche der Meere", ein größeres Gewicht gegeben. Kann aus dem Weltraum ſich etwas gasartiges unſerem Luftkreiſe beimiſchen und meteorologiſche Veränderungen hervorbringen? Newton [42] hat die Frage meiſt bejahend berührt. Wenn man Sternſchnuppen und Meteorſteine für planetariſche Aſteroiden hält, ſo darf man wohl die Vermuthung wagen: daß mit den Strömen des ſogenannten November-Phänomens [43], wo 1799, 1833 und 1834 Myriaden von Sternſchnuppen das Himmelsgewölbe durchkreuzten, ja Nordlicht-Erſcheinungen gleichzeitig beobachtet wurden, der Luftkreis etwas aus dem Weltraum empfangen hat, das ihm fremd war und electromagnetiſche Proceſſe anregen konnte.

Anmerkungen.

[1] (S. 35.) Kosmos Bd. I. S. 80 und 84.

[2] (S. 36.) A. a. O. S. 51.

[3] (S. 36.) Halley in den Philos. Transact. for 1717 Vol. XXX. p. 736.

[4] (S. 37.) Pseudo-Plut. de plac. Philos. II, 15—16; Stob. Eclog. phys. p. 582; Plato im Tim. p. 40.

[5] (S. 37.) Macrob. Somn. Scip. I, 9—10; stellae inerrantes bei Cicero de nat. deorum III, 20.

[6] (S. 37.) Die Hauptstelle für den technischen Ausdruck ἀνδεδεμένα ἄστρα ist Aristot. de Coelo II, 8 p. 289 lin. 34, p. 290 lin. 19 Bekker. Es hatte diese Veränderung der Nomenclatur schon früher bei meinen Untersuchungen über die Optik des Ptolemäus und seine Versuche über die Strahlenbrechung meine Aufmerksamkeit lebhaft auf sich gezogen. Herr Professor Franz, dessen philologische Gelehrsamkeit ich oft und gern benutze, erinnert, daß auch Ptolemäus (Syntax. VII, 1) von den Fixsternen sagt: ὥσπερ προσπεφυκότες, wie angeheftet. Ueber den Ausdruck σφαῖρα ἀπλανής (orbis inerrans) bemerkt Ptolemäus tadelnd: „in so fern die Sterne ihre Abstände stets zu einander bewahren, können wir sie mit Recht ἀπλανεῖς nennen; in so fern aber die ganze Sphäre, in welcher sie gleichsam angewachsen ihren Lauf vollenden, eine eigenthümliche Bewegung hat, ist die Benennung ἀπλανής für die Sphäre wenig passend."

[7] (S. 37.) Cicero de nat. deor. I, 13; Plin. II, 6 und 24; Manilius II, 35.

[8] (S. 39.) Kosmos Bd. I. S. 91. (Vergl. die vortrefflichen Betrachtungen von Encke über die Anordnung des Sternsystems 1844 S. 7.)

[9] (S. 39.) Kosmos Bd. I. S. 162.

[10] (S. 40.) Aristot. de Coelo I, 7 p. 276 Bekker.

[11] (S. 40.) Sir John Herſchel, Outlines of Astronomy 1849 § 803 p. 541.

[12] (S. 41.) Beſſel in Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 50.

[13] (S. 41.) Ehrenberg in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 59, in den Infuſionsthieren S. 170.

[14] (S. 42.) Schon Ariſtoteles (Phys. Auscult. IV, 6 bis 10 pag. 213 — 217 Bekker) beweiſt gegen Leucipp und Democrit, daß es in der Welt keinen nicht erfüllten Raum, kein Leeres giebt.

[15] (S. 42.) »Âkâ'sa iſt nach Wilſon's Sanskrit-Wörterbuch: the subtle and aetherial fluid, supposed to fill and pervade the Universe, and to be the peculiar vehicle of life and sound. Das Wort âkâ'sa (leuchtend, glänzend) kommt von der Wurzel kâ's, leuchten, in Verbindung mit der Präpoſition â. Das Fünfthum aller Elemente heißt pantschatâ oder pantschatra, und der Todte wird ſonderbar genug erlangtes Fünfthum habend (prâpta-pantschatra), d. i. in die fünf Elemente aufgelöſt, genannt. So im Text des Amarakoscha, Amaraſinha's Wörterbuchs." (Bopp.) — Von den fünf Elementen handelt Colebrooke's vortreffliche Abhandlung über die Sânkhya-Philoſophie in den Transact. of the Asiat. Soc. Vol. I. Lond. 1827 p. 31. Auch Strabo erwähnt ſchon nach Megaſthenes (XV § 59 pag. 713 Caſ.) des alles geſtaltenden fünften Elements der Inder, ohne es jedoch zu nennen.

[16] (S. 42.) Empedocles v. 216 nennt den Aether *παμφανόων*, hellſtrahlend, alſo ſelbſtleuchtend.

[17] (S. 43.) Plato, Cratyl. 410 B, wo *ἀειθερῆ* vorkommt. Ariſtot. de Coelo I, 3 pag. 270 Bekk. gegen Anaragoras: *αἰθέρα προσωνόμασαν τὸν ἀνωτάτω τόπον, ἀπὸ τοῦ θεῖν ἀεὶ τὸν ἀΐδιον χρόνον θέμενοι τὴν ἐπωνυμίαν αὐτῷ. Ἀναξαγόρας δὲ κατακέχρηται τῷ ὀνόματι τούτῳ οὐ καλῶς· ὀνομάζει γὰρ αἰθέρα ἀντὶ πυρός.* Umſtändlicher heißt es in Ariſtot. Meteor. I, 3 pag. 339 lin. 21 — 34 Bekk.: „Der ſogenannte Aether hat eine uralte Benennung, welche Anaragoras mit dem Feuer zu identificiren ſcheint; denn die obere Region ſei voll Feuer; und jener hielt es mit dieſer Region ſo, daß er ſie für Aether anſah; darin hat er auch Recht. Denn den ewig im Lauf begriffenen Körper ſcheinen die

Alten für etwas von Natur Göttliches angeſehen und deshalb Aether genannt zu haben: als eine Subſtanz, welche bei uns nichts vergleichbares hat. Diejenigen aber, welche den umgebenden Raum, nicht bloß die darin ſich bewegenden Körper, für Feuer und, was zwiſchen Erde und den Geſtirnen iſt, für Luft halten, würden von dieſem kindiſchen Wahn wohl ablaſſen, wenn ſie die Reſultate der neueren Forſchungen der Mathematiker genau betrachten wollten." (Eben dieſe Etymologie des Wortes vom ſchnellen Umlaufe wiederholt der ariſtoteliſche oder ſtoiſche Verfaſſer des Buches de Mundo cap. 2 pag. 392 Bekk.) Profeſſor Franz hat mit Recht bemerkt: „daß das Wortſpiel von dem im ewigen Lauf begriffenen Körper (σῶμα ἀεὶ θέον) und vom Göttlichen (θεῖον), deſſen die Meteorologica erwähnen, auffallend bezeichnend ſei für die griechiſche Phantaſie, und ein Zeugniß mehr gebe für die ſo wenig glückliche Behandlung der Etymologik bei den Alten." — Prof. Buſchmann macht auf ein Sanskritwort âschtra für Aether, Luftkreis aufmerkſam, das dem griechiſchen αἰθήρ ſehr ähnlich ſieht und ſchon von Vans Kennedy mit ihm zuſammengeſtellt worden iſt (ſ. deſſen Researches into the origin and affinity of the principal languages of Asia and Europe 1828 p. 279); es läßt ſich auch für dieſes Wort eine Wurzel (as, asch) anführen, welcher von den Indern die Bedeutung von glänzen, leuchten beigelegt wird.

[18] (S. 43.) Ariſtot. de Coelo IV, 1 und 3—4 pag. 308 und 311—312 Bekk. Wenn der Stagirite dem Aether den Namen eines fünften Elements verſagt, was freilich Ritter (Geſchichte der Philoſophie Th. III. S. 259) und Martin (Études sur le Timée de Platon T. II. p. 150) läugnen; ſo iſt es nur, weil nach ihm dem Aether, als Zuſtand der Materie, ein Gegenſatz fehlt. (Vergl. Bieſe, Philoſophie des Ariſtoteles Bd. II. S. 66.) Bei den Pythagoreern ward der Aether als ein fünftes Element durch den fünften der regelmäßigen Körper, das aus 12 Pentagonen zuſammengeſetzte Dodecaëder, vorgeſtellt (Martin T. II. p. 245—250).

[19] (S. 43.) Siehe die Beweisſtellen geſammelt bei Bieſe Bd. II. S. 93.

[20] (S. 44.) Kosmos Bd. I. S. 159 und 416 nt. 88.

[21] (S. 44.) Vergl. die ſchöne Stelle über den Einfluß der

Sonnenſtrahlen in John Herſchel, Outlines of Astr. p. 237: »By the vivifying action of the sun's rays vegetables are enabled to draw support from inorganic matter and become, in their turn, the support of animals and of man, and the sources of those *great deposits of dynamical efficiency which are laid up for human use in our coal strata.* By them the waters of the sea are made to circulate in vapour through the air, and irrigate the land, producing springs and rivers. By them are produced all disturbances of the chemical equilibrium of the elements of nature, which, by a series of compositions and decompositions, give rise to new products, and originate a transfer of materials . . . . . .

[22] (S. 45.) Philos. Transact. for 1795 Vol. LXXXV. p. 318; John Herſchel, Outlines of Astr. p. 238; Kosmos Bd. I. S. 195 und 436 nt. 33.

[23] (S. 45.) Beſſel in Schumacher's aſtr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 300 S. 201.

[24] (S. 45.) Beſſel a. a. O. S. 186 — 192 und 229.

[25] (S. 46.) Fourier, Théorie analytique de la Chaleur 1822 p. IX (Annales de Chimie et de Physique T. III. 1816 p. 350, T. IV. 1817 p. 128, T. VI. 1817 p. 259, T. XIII. 1820 p. 418). — Numeriſche Schätzungen des Verluſtes, welchen durch Abſorption die Sternen-Wärme (chaleur stellaire) im Aether des Weltraumes erleidet, verſucht Poiſſon, Théorie mathématique de la Chaleur § 196 p. 436, § 200 p. 447 und § 228 p. 521.

[26] (S. 46.) Ueber die wärmende Kraft der Sterne ſ. Ariſtot. Meteor. I, 3 pag. 340 lin. 28; und Seneca über die Höhe der Schichten des Luftkreiſes, welche das Minimum der Wärme haben, in Nat. Quaest. II, 10: »superiora enim aëris calorem vicinorum siderum sentiunt . . .«

[27] (S. 46.) Plut. de plac. Philos. II, 13.

[28] (S. 47.) Arago sur la température du Pôle et des espaces célestes im Annuaire du Bureau des Long. pour 1825 p. 189 und pour 1834 p. 192; Saigey, Physique du Globe 1832 p. 60 — 78. Swanberg findet aus Discuſſionen über die Strahlenbrechung für die Temperatur des Weltraums — 50°,3 (Berzelius, Jahresbericht für 1830 S. 54);

Arago aus Polar-Beobachtungen — 56°,7; Péclet — 60°; Saigey durch die Wärme-Abnahme in der Atmoſphäre aus 367 meiner Beobachtungen in der Andeskette und in Mexico — 65°, durch Thermometer-Meſſungen am Montblanc und bei der aëroſtatiſchen Reiſe von Gay-Luſſac — 77°; Sir John Herſchel (Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223) — 132° F., alſo — 91° Cent. Wie Poiſſon, da die Mittel-Temperatur von Melville-Inſel (Br. 74°47′) ſchon — 18°,7 iſt, für den Weltraum aus rein theoretiſchen Gründen, nach denen der Weltraum wärmer als die äußere Grenze der Atmoſphäre ſein ſoll (§ 227 p. 520), nur — 13°, und dagegen Pouillet nach actinometriſchen Verſuchen (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. VII. 1838 p. 25—65) gar — 142° finden; muß Wunder nehmen und in dieſen intereſſanten Speculationen das Vertrauen zu den bisher eingeſchlagenen Wegen mindern.

[29] (S. 47.) Poiſſon, Théorie mathém. de la Chaleur p. 438. Nach ihm hat die Erhärtung der Erdſchichten von dem Centrum angefangen, und iſt von dieſem zur Oberfläche allmälig fortgeſchritten; § 193 p. 429. (Vergl. auch Kosmos Bd. I. S. 184.)

[30] (S. 48.) Kosmos Bd. I. S. 86 und 149.

[31] (S. 49.) »Were no atmosphere, a thermometer, freely exposed (at sunset) to the heating influence of the earth's radiation, and the cooling power of its own into space, would indicate a medium temperature between that of the celestial spaces (— 132° Fahr. = — 91° Cent.) and that of the earth's surface below it (82° F. = 27°,7 Cent. at the equator, — 3°,5 F. = — 19°,5 Cent. in the Polar Sea). Under the equator, then, it would stand, on the average, at — 25° F. = — 31°,9 Cent., and in the Polar Sea at — 68° F. = — 55°,5 Cent. The presence of the atmosphere tends to prevent the thermometer so exposed from attaining these extreme low temperatures: first, by imparting heat by conduction; secondly by impeding radiation outwards.« Sir John Herſchel im Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223. — »Si la chaleur des espaces planétaires n'existait point, notre atmosphère éprouverait un refroidissement, dont on ne peut fixer la limite. Probablement la vie des plantes et des animaux serait impossible à la surface du

globe ou reléguée dans une étroite zone de cette surface.« Saigey, Physique du Globe p. 77.

[32] (S. 49.) Traité de la Comète de 1743, avec une Addition sur la force de la Lumière et sa Propagation dans l'éther, et sur la distance des étoiles fixes; par Loys de Cheseaux (1744). Ueber die Durchſichtigkeit des Weltraums von Olbers in Bode's Jahrbuch für 1826 S. 110—121; Struve, Études d'Astr. stellaire 1847 p. 83—93 und Note 95. Vergl. auch Sir John Herſchel, Outlines of Astr. § 798 und Kosmos Bd. I. S. 158.

[33] (S. 49.) Halley on the infinity of the Sphere of Fix'd Stars in den Philos. Transact. Vol. XXXI. for the Year 1720 p. 22—26.

[34] (S. 50.) Kosmos Bd. I. S. 92.

[35] (S. 50.) »Throughout by far the larger portion of the extent of the Milky Way in both hemispheres, the *general blackness* of the ground of the heavens, on which its stars are projected, etc. . . . . In those regions where that zone is clearly resolved into stars well separated and seen projected *on a black ground*, and where we look out beyond them into space . . . .« Sir John Herſchel, Outlines p. 537 und 539.

[36] (S. 50.) Kosmos Bd. I. S. 89, 113 und 393 Anm. 23; Laplace, Essai philosophique sur les Probabilités 1825 p. 133; Arago im Annuaire du Bureau des Long. pour 1832 p. 188, pour 1836 p. 216; John Herſchel, Outlines of Astr. § 577.

[37] (S. 50.) Die ſchwingende Bewegung der Ausſtrömungen am Kopf einiger Cometen, wie dieſelbe an dem Cometen von 1744 und durch Beſſel am Halley'ſchen Cometen zwiſchen dem 12 und 22 October 1835 beobachtet worden iſt (Schumacher, aſtron. Nachr. No. 300—302 S. 185—232), „kann bei einzelnen Individuen dieſer Claſſe von Weltkörpern allerdings auf die translatoriſche Bewegung und Rotation Einfluß haben, ja auf Polarkräfte ſchließen laſſen (S. 201 und 229), welche von der gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne verſchieden ſind"; aber die ſchon ſeit 63 Jahren ſo regelmäßig ſich offenbarende Beſchleunigung der $3^1/_2$jährigen Umlaufszeit des Enckiſchen Cometen darf doch wohl nicht als von einer Summe zufälliger Ausſtrömungen abhängig gedacht werden. Vergl.

über dieſen kosmiſch wichtigen Gegenſtand Beſſel in Schum. aſtron. Nachr. No. 289 S. 6 und No. 310 S. 345—350 mit Encke's Abhandlung über die Hypotheſe des widerſtehenden Mittels in Schum. No. 305 S. 265—274.

[38] (S. 51.) Olbers in Schum. aſtr. Nachr. No. 268 S. 58.

[39] (S. 51.) Outl. of Astr. § 556 und 597.

[40] (S. 51.) »En assimilant la matière très rare qui remplit les espaces célestes quant à ses propriétés réfringentes aux gas terrestres, la densité de cette matière ne saurait dépasser une certaine limite dont les observations des étoiles changeantes, p. e. celles d'Algol ou de β de Persée, peuvent assigner la valeur.« Arago im Annuaire pour 1842 p. 336—345.

[41] (S. 52.) Wollaſton in den Philos. Transact. for 1822 p. 89; Sir John Herſchel, Outl. § 34 und 36.

[42] (S. 52.) Newton, Princ. mathem. T. III. (1760) p. 671. »Vapores, qui ex sole et stellis fixis et *caudis cometarum* oriuntur, incidere *possunt* in atmosphaeras planetarum . . . . .«

[43] (S. 52.) Kosmos Bd. I. S. 129 und 141.

III.

Natürliches und teleſcopiſches Sehen. — Funkeln der Geſtirne. — Geſchwindigkeit des Lichtes. — Ergebniſſe aus der Photometrie.

Dem Auge, Organ der Weltanſchauung, iſt erſt ſeit drittehalb Jahrhunderten, durch künſtliche, teleſcopiſche Steigerung ſeiner Sehkraft, das großartigſte Hülfsmittel zur Kenntniß des Inhalts der Welträume, zur Erforſchung der Geſtaltung, phyſiſchen Beſchaffenheit und Maſſen der Planeten ſammt ihren Monden geworden. Das erſte Fernrohr wurde 1608, ſieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, conſtruirt. Schon waren nach einander durch das Fernrohr die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecken, die ſichelförmige Geſtalt der Venus, der Saturnsring als Dreigeſtaltung eines Planeten, teleſcopiſche Sternſchwärme und der Nebelfleck der Andromeda[1] entdeckt: als ſich erſt 1634 dem um die Längen-Beobachtungen ſo verdienten franzöſiſchen Aſtronomen Morin der Gedanke darbot, ein Fernrohr an die Alhidade eines Meßinſtruments zu befeſtigen und den Arcturus bei Tage aufzuſuchen.[2] Die Vervollkommnung der Theilung des Bogens würde ihren Hauptzweck, größere Schärfe der Beobachtung, gänzlich oder doch großentheils verfehlt haben, wenn man nicht optiſche Werkzeuge mit aſtronomiſchen Inſtrumenten in Verbindung gebracht, die Schärfe des Erkennens mit der des Meſſens in Verhältniß geſetzt hätte. Die Micrometer-Vorrichtung von feinen Fäden, im Brennpunkt des Fernrohrs aus-

gespannt, welche der Anwendung des letzteren erst ihren eigentlichen und zwar einen unschätzbaren Werth gab, wurde noch sechs Jahre später, erst 1640, von dem jungen, talentvollen Gascoigne [3] erfunden.

Umfaßt, wie ich eben erinnert habe, das teleſcopiſche Sehen, Erkennen und Meſſen nur 240 Jahre unſeres aſtronomiſchen Wiſſens; ſo zählen wir, ohne der Chaldäer, der Aegypter und der Chineſen zu gedenken, bloß von Timocharес und Ariſtillus an [4] bis zu den Entdeckungen von Galilei, mehr als neunzehn Jahrhunderte, in denen Lage und Lauf der Geſtirne mit unbewaffnetem Auge beobachtet worden iſt. Bei den vielen Störungen, welche in dieſer langen Periode, unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeers umwohnen, der Fortſchritt der Cultur und die Erweiterung des Ideenkreiſes erlitten hat, muß man über das erſtaunen, was Hipparch und Ptolemäus von dem Zurückweichen der Aequinoctial-Punkte, den verwickelten Bewegungen der Planeten, den zwei vornehmſten Ungleichheiten des Mondes und von den Sternörtern; was Copernicus von dem wahren Weltſyſteme, Tycho von der Vervollkommnung der practiſchen Aſtronomie und ihren Methoden vor Erfindung des teleſcopiſchen Sehens erkannt haben. Lange Röhren, deren ſehr wahrſcheinlich ſich ſchon die Alten, mit Gewißheit die arabiſchen Aſtronomen bedienten, zum Abſehen an Dioptern oder Spaltöffnungen, konnten allerdings die Schärfe der Beobachtung etwas vermehren. Abul-Haſſan ſpricht ſehr beſtimmt von der Röhre, an deren Extremitäten die Ocular- und Objectiv-Dioptern befeſtigt waren; auch wurde dieſe Vorrichtung auf der, von Hulagu gegründeten Sternwarte zu

Meragha benutzt. Wenn das Sehen durch Röhren die Aufſuchung von Sternen in der Abenddämmerung erleichterte, wenn die Sterne dem bloßen Auge durch die Röhre früher ſichtbar wurden als ohne dieſelbe; ſo liegt, wie ſchon Arago bemerkt hat, die Urſach darin, daß die Röhre einen großen Theil des ſtörenden diffuſen Lichts (die rayons perturbateurs) der Luftſchichten abhält, welche zwiſchen dem an die Röhre angedrückten Auge und dem Sterne liegen. Eben ſo hindert die Röhre auch bei Nacht den Seiten-Eindruck des ſchwachen Lichtes, welches die Lufttheilchen von den geſammten Sternen des Firmaments empfangen. Die Intenſität des Lichtbildes und die Größe des Sternes nehmen ſcheinbar zu. Nach einer viel emendirten und viel beſtrittenen Stelle des Strabo, in welcher des Sehens durch Röhren Erwähnung geſchieht, wird ausdrücklich „der erweiterten Geſtalt der Geſtirne", irrig genug als Wirkung der Strahlenbrechung [5], gedacht.

Licht, aus welcher Quelle es kommen mag: aus der Sonne, als Sonnenlicht, oder von den Planeten reflectirt, aus den Fixſternen, aus faulem Holze, oder als Product der Lebensthätigkeit der Leuchtwürmer; zeigt dieſelben Brechungs-Verhältniſſe. [6] Aber die prismatiſchen Farbenbilder (Spectra) aus verſchiedenen Lichtquellen (aus der Sonne und Fixſternen) zeigen eine Verſchiedenheit der Lage in den dunkeln Linien (raies du spectre), welche Wollaſton 1808 zuerſt entdeckt und deren Lage Fraunhofer 12 Jahre ſpäter mit ſo großer Genauigkeit beſtimmt hat. Wenn dieſer ſchon 600 dunkele Linien (eigentliche Lücken, Unterbrechungen, fehlende Theile des Farbenbildes) zählte, ſo ſtieg in der Arbeit von Sir David Brewſter (1833) die Zahl der

Linien bei den schönen Versuchen mit Stickstoff-Oxyd auf mehr als 2000. Man hatte bemerkt, daß zu gewissen Jahreszeiten bestimmte Linien im Farbenbilde fehlten; aber Brewster hat gezeigt, daß die Erscheinung Folge der verschiedenen Sonnenhöhe und der verschiedenen Absorption der Lichtstrahlen beim Durchgang durch die Atmosphäre ist. In den Farbenbildern, welche das zurückgeworfene Licht des Mondes, der Venus, des Mars und der Wolken giebt, erkennt man, wie wohl zu vermuthen stand, alle Eigenthümlichkeiten des Sonnenspectrums. Dagegen sind die dunkeln Linien des Spectrums des Sirius von denen des Castor oder anderer Fixsterne verschieden. Castor zeigt selbst andere Linien als Pollux und Procyon. Amici hat diese, schon von Fraunhofer angedeuteten Unterschiede bestätigt, und scharfsinnig darauf aufmerksam gemacht, daß bei Fixsternen von jetzt gleichem, völlig weißen Lichte die dunklen Linien nicht dieselben sind. Es bleibt hier noch ein weites und wichtiges Feld künftigen Untersuchungen geöffnet [7], um das sicher Aufgefundene von dem mehr Zufälligen, von der absorbirenden Wirkung der Luftschichten, zu trennen.

Einer anderen Erscheinung ist hier zu erwähnen, in welcher die specifische Eigenthümlichkeit der Lichtquelle einen mächtigen Einfluß äußert. Das Licht glühender fester Körper und das Licht des electrischen Funkens zeigen große Mannigfaltigkeit in der Zahl und Lage der dunkeln Wollaston'schen Linien. Nach den merkwürdigen Versuchen von Wheatstone mit Drehspiegeln soll auch das Licht der Reibungs-Electricität eine mindestens im Verhältniß von 3 zu 2 (das ist um volle 20980 geographische Meilen in Einer Zeitsecunde) größere Geschwindigkeit haben als das Sonnenlicht.

Das neue Leben, von dem alle Theile der Optik durch-
rungen worden ſind, als zufällig das von den Fenſtern
des Palais du Luxembourg zurückſtrahlende Licht der unter-
gehenden Sonne den ſcharfſinnigen Malus (1808) zu ſeiner
wichtigen Entdeckung [8] der Polariſation leitete, hat, durch die
tiefer ergründeten Erſcheinungen der doppelten Brechung, der
gewöhnlichen (Huygenſchen) und der farbigen Polariſation,
der Interferenz und der Diffraction, dem Forſcher unerwar-
tete Mittel dargeboten: directes und reflectirtes Licht zu
unterſcheiden [9], in die Conſtitution des Sonnenkörpers und
ſeiner leuchtenden Hüllen [10] einzudringen, den Druck und
den kleinſten Waſſergehalt der Luftſchichten zu meſſen, den
Meeresboden und ſeine Klippen mittelſt einer Turmalin-
Platte [11] zu erſpähen, ja nach Newton's Vorgange die che-
miſche [12] Beſchaffenheit (Miſchung) mehrerer Subſtanzen [13]
mit ihren optiſchen Wirkungen zu vergleichen. Es iſt hin-
länglich die Namen Airy, Arago, Biot, Brewſter, Cauchy,
Faraday, Fresnel, John Herſchel, Lloyd, Malus, Neumann,
Plateau, Seebeck .... zu nennen, um eine Reihe glänzender
Entdeckungen und die glücklichſten Anwendungen des neu
Entdeckten dem wiſſenſchaftlichen Leſer ins Gedächtniß zu rufen.
Die großen und genialen Arbeiten von Thomas Young haben
dieſe wichtigen Beſtrebungen mehr als vorbereitet. Arago's
Polariſcop und die beobachtete Stellung farbiger Diffrac-
tions-Franſen (Folgen der Interferenz) ſind vielfach ge-
brauchte Hülfsmittel der Erforſchung geworden. Die Me-
teorologie hat auf dem neu gebahnten Wege nicht minder
gewonnen als die phyſiſche Aſtronomie.

So verſchieden auch die Sehkraft unter den Menſchen
iſt, ſo giebt es doch auch hier für das unbewaffnete Auge

eine gewiſſe Mittelſtufe organiſcher Fähigkeit, die bei dem älteren Geſchlechte (bei Griechen und Römern) dieſelbe wie heut zu Tage war. Die Plejaden geben den Beweis dafür, daß vor mehreren tauſend Jahren wie jetzt Sterne, welche die Aſtronomen 7ter Größe nennen, dem bloßen Auge bei mittlerer Sehkraft unſichtbar blieben. Die Plejadengruppe beſteht: aus einem Stern 3ter Größe, Alcyone; aus zweien 4ter, Electra und Atlas; dreien 5ter: Merope, Maja und Taygeta; zweien 6ter bis 7ter, Plejone und Celaeno; einem 7ter bis 8ter, Aſterope; und vielen ſehr kleinen teleſcopiſchen Sternen. Ich bediene mich der jetzigen Benennung und Reihung, denn bei den Alten wurden dieſelben Namen theilweiſe anderen Sternen beigelegt. Nur die erſtgenannten ſechs Sterne 3ter, 4ter und 5ter Größe wurden mit Leichtigkeit geſehen. [14] Quae septem dici, sex tamen esse solent; ſagt Ovidius (Fast. IV, 170). Man hielt eine der Atlas-Töchter, Merope, die einzige, die ſich mit einem Sterblichen vermählt, für ſchaamvoll verhüllt, auch wohl für ganz verſchwunden. Sie iſt wahrſcheinlich der Stern faſt 7ter Größe, welchen wir Celaeno nennen; denn Hipparch im Commentar zu Aratus bemerkt, daß bei heiterer mondleerer Nacht man wirklich ſieben Sterne erkenne. Man ſah dann Celaeno; denn Plejone, bei gleicher Helligkeit, ſteht dem Atlas, einem Stern 4ter Größe, zu nahe.

Der kleine Stern Alcor, unſer Reuterchen, welcher nach Triesnecker in 11′ 48″ Entfernung von Mizar im Schwanz des großen Bären ſteht, iſt nach Argelander 5ter Größe, aber durch die Strahlen von Mizar überglänzt. Er wurde von den Arabern Saidak, der Prüfer, genannt:

)eil, wie der perſiſche Aſtronom Kazwini [15] ſagt, „man an
)m die Sehkraft zu prüfen pflegte“. Ich habe Alcor mit
nbewaffnetem Auge, trotz der niedrigen Stellung des gro-
en Bären unter den Tropen, jeden Abend an der regen-
)ſen Küſte von Cumana und auf den 12000 Fuß hohen
:benen der Cordilleren in großer Deutlichkeit, nur ſelten
nd ungewiſſer in Europa und in den trockenen Luftſchich-
:n der nord-aſiatiſchen Steppen erkannt. Die Grenze,
nnerhalb deren es dem unbewaffneten Auge nicht mehr
nöglich iſt zwei ſich ſehr nahe ſtehende Objecte am Himmel
on einander zu trennen, hängt, wie Mädler ſehr richtig
emerkt, von dem relativen Glanze der Sterne ab. Die
eiden mit α Capricorni bezeichneten Sterne 3ter und 4ter
)röße werden in gegenſeitiger Entfernung von 6½ Mi-
ute ohne Mühe als getrennt erkannt. Galle glaubt noch
ei ſehr heiterer Luft ε und 5 Lyrae in 3½ Minute Diſtanz
nit bloßem Auge zu ſondern, weil beide 4ter Größe ſind.

Das Ueberglänzen durch die Strahlen des nahen
Planeten iſt auch die Haupturſach, warum die Jupiters-
rabanten, welche aber nicht alle, wie man oft behauptet,
inen Lichtglanz von Sternen 5ter Größe haben, dem unbe-
)affneten Auge unſichtbar bleiben. Nach neueren Schätzun-
en und Vergleichung meines Freundes, des Dr. Galle,
nit nahe ſtehenden Sternen iſt der dritte Trabant, der
ellſte, vielleicht 5ter bis 6ter Größe, während die anderen
ei wechſelnder Helligkeit 6ter bis 7ter Größe ſind. Nur
inzelne Beiſpiele werden angeführt, wo Perſonen von außer-
rdentlicher Scharfſichtigkeit, d. h. ſolche, welche mit bloßen
lugen ſchwächere Sterne als die 6ter Größe deutlich er-
ennen, einzelne Jupitersſtrabanten ohne Fernrohr geſehen

haben. Die Angular-Entfernung des dritten, überaus hellen Trabanten ist vom Centrum des Planeten 4′ 42″; die des vierten, welcher nur 1/6 kleiner als der größte ist, 8′ 16″: und alle Jupitersmonde haben, wie Arago behauptet [16], zuweilen auf gleicher Oberfläche ein intensiveres Licht als der Planet; zuweilen erscheinen sie dagegen auf dem Jupiter als graue Flecken, wie neuere Beobachtungen gelehrt haben. Die überdeckenden Strahlen und Schwänze, welche unserem Auge als von den Planeten und Fixsternen ausgehend erscheinen, und seit den frühesten Zeiten der Menschheit in bildlichen Darstellungen, besonders bei den Aegyptern, die glänzenden Himmelskörper bezeichnen (Hassenfratz erklärt sie für Brennlinien, intersections de deux caustiques, auf der Krystallinse), haben mindestens 5 bis 6 Minuten Länge.

„Das Bild der Sterne, die wir mit bloßen Augen sehen, ist durch divergirende Strahlen vergrößert; es nimmt durch diese Ausdehnung auf der Netzhaut einen größeren Raum ein, als wenn es in einem einzelnen Punkte concentrirt wäre. Der Nerveneindruck ist schwächer. Ein sehr dichter Sternschwarm, in welchem die einzelnen Sterne alle kaum 7ter Größe sind, kann dagegen dem unbewaffneten Auge sichtbar werden, weil die Bilder der vielen einzelnen Sterne sich auf der Netzhaut über einander legen und daher jeder sensible Punkt derselben, wie bei einem concentrirten Bilde, verstärkt angeregt wird.“ [17]

Fernröhre und Teleſcope geben leider! wenn gleich in einem weit geringeren Grade, den Sternen einen unwahren, facticen Durchmesser. Nach den schönen Untersuchungen von William Herschel [18] nehmen aber diese Durchmesser ab mit zunehmender Stärke der Vergrößerung. Der

ſcharfſinnige Beobachter ſchätzte den ſcheinbaren Durchmeſſer von Wega der Leier bei der ungeheuren Vergrößerung von 6500 Mal noch zu 0″,36. Bei terreſtriſchen Gegenſtänden beſtimmt außer der Beleuchtung auch die Form des Gegenſtandes die Größe des kleinſten Sehwinkels für das unbewaffnete Auge. Schon Adams hat ſehr richtig bemerkt, daß eine dünne lange Stange viel weiter ſichtbar iſt als ein Quadrat, deſſen Seite dem Durchmeſſer derſelben gleich iſt. Einen Strick ſieht man weiter als einen Punkt, auch wenn beide gleichen Durchmeſſer haben. Arago hat durch Winkelmeſſung der von der Pariſer Sternwarte aus ſichtbaren fernen Blitzableiter den Einfluß der Geſtaltung (des Umriſſes der Bilder) vielfältigen Meſſungen unterworfen. In der Beſtimmung des kleinſtmöglichen optiſchen Sehwinkels, unter welchem irdiſche Objecte dem bloßen Auge erkenntlich ſind, iſt man ſeit Robert Hooke, der noch ſtreng eine volle Minute feſtſetzte, bis Tobias Mayer, welcher 34″ für einen ſchwarzen Fleck auf weißem Papiere forderte, ja bis zu Leeuwenhoek's Spinnfäden (unter einem Winkel von 4″,7 bei ſehr gewöhnlicher Sehkraft ſichtbar), immer vermindernd fortgeſchritten. In den neueſten, ſehr genauen Verſuchen Hueck's über das Problem von der Bewegung der Kryſtallinſe wurden weiße Striche auf ſchwarzem Grunde unter einem Winkel von 1″,2; ein Spinnenfaden bei 0″,6; ein feiner glänzender Drath bei kaum 0″,2 geſehen. Das Problem iſt gar nicht im allgemeinen numeriſch zu löſen, da alles von den Bedingungen der Geſtalt der Objecte, ihrer Erleuchtung, ihres Contraſtes mit dem Hintergrunde, von dem ſie ſich abheben, der Bewegung oder Ruhe und der Natur der Luftſchichten, in denen man ſich befindet, abhängt.

Einen lebhaften Eindruck machte es mir einſt, als auf einem reizenden Landſitze des Marques de Selvalegre, zu Chillo (unſern Quito), wo man den langgeſtreckten Rücken des Vulkans Pichincha in einer, trigonometriſch gemeſſenen, horizontalen Entfernung von 85000 Pariſer Fuß vor ſich ausgeſtreckt ſieht, die Indianer, welche neben mir ſtanden, meinen Reiſebegleiter Bonpland, der eben allein in einer Expedition nach dem Vulkan begriffen war, als einen weißen, ſich vor ſchwarzen baſaltiſchen Felswänden fortbewegenden Punkt früher erkannten, als wir ihn in den aufgeſtellten Fernröhren auffanden. Auch mir und dem unglücklichen Sohn des Marques, Carlos Montufar (ſpäter im Bürgerkriege hingeopfert), wurde bald das weiße ſich bewegende Bild bei unbewaffnetem Auge ſichtbar. Bonpland war in einen weißen baumwollenen Mantel (den landesüblichen Poncho) gehüllt. Bei der Annahme der Schulterbreite von 3 bis 5 Fuß, da der Mantel bald feſt anlag, bald weit zu flattern ſchien, und bei der bekannten Entfernung ergaben ſich 7″ bis 12″ für den Winkel, unter welchem der bewegte Gegenſtand deutlich geſehen wurde. Weiße Objecte auf ſchwarzem Grund werden nach Hueck's wiederholten Verſuchen weiter geſehen als ſchwarze Objecte auf weißem Grunde. Der Lichtſtrahl kam bei heiterem Wetter durch dünne Luftſchichten von 14412 Fuß Höhe über der Meeresfläche, zu unſerer Station in Chillo, das ſelbſt noch 8046 Fuß hoch liegt. Die anſteigende Entfernung war 85596 Fuß oder $3\frac{7}{10}$ geographiſche Meilen; der Stand von Barometer und Thermometer in beiden Stationen ſehr verſchieden, oben wahrſcheinlich 194 Lin. und 8° C., unten nach genauer Beobachtung 250,2 Lin. und 18°,7 C. Das

Gaußiſche, für unſere deutſchen trigonometriſchen Meſſungen ſo wichtig gewordene Heliotrop-Licht wurde, vom Brocken aus auf den Hohenhagen reflectirt, dort mit bloßem Auge in einer Entfernung von 213000 Par. Fuß (mehr als 9 geogr. Meilen) geſehen: oft an Punkten, in welchen die ſcheinbare Breite eines dreizölligen Spiegels nur 0″,43 betrug.

Die Abſorption der Lichtſtrahlen, welche von dem irdiſchen Gegenſtande ausgehen und in ungleichen Entfernungen durch dichtere oder dünnere, mit Waſſerdunſt mehr oder minder geſchwängerte Luftſchichten zu dem unbewaffneten Auge gelangen; der hindernde Intenſitätsgrad des diffuſen Lichtes, welches die Lufttheilchen ausſtrahlen, und viele noch nicht ganz aufgeklärte meteorologiſche Proceſſe modificiren die Sichtbarkeit ferner Gegenſtände. Ein Unterſchied der Lichtſtärke von $\frac{1}{60}$ iſt nach alten Verſuchen des immer ſo genauen Bouguer zur Sichtbarkeit nöthig. Man ſieht, wie er ſich ausdrückt, nur auf negative Weiſe wenig lichtſtrahlende Berggipfel, die ſich als dunkle Maſſen von dem Himmelsgewölbe abheben. Man ſieht ſie bloß durch die Differenz der Dicke der Luftſchichten, welche ſich bis zu dem Objecte oder bis zum äußerſten Horizont erſtrecken. Dagegen werden auf poſitive Weiſe ſtark leuchtende Gegenſtände, wie Schneeberge, weiße Kalkfelſen und Bimsſtein-Kegel, geſehen. Die Entfernung, in welcher auf dem Meere hohe Berggipfel erkannt werden können, iſt nicht ohne Intereſſe für die praktiſche Nautik, wenn genaue aſtronomiſche Ortsbeſtimmungen für die Lage des Schiffes fehlen. Ich habe dieſen Gegenſtand an einem anderen Orte[19] bei Gelegenheit der Sichtbarkeit des Pics von Teneriffa umſtändlich behandelt.

Das Sehen der Sterne bei Tage mit bloßem Auge in den Schächten der Bergwerke und auf sehr hohen Gebirgen ist seit früher Jugend ein Gegenstand meiner Nachforschung gewesen. Es war mir nicht unbekannt, daß schon Aristoteles[20] behaupte, Sterne werden bisweilen aus Erdgewölben und Cisternen wie durch Röhren gesehen. Auch Plinius erwähnt dieser Sage, und erinnert dabei an die Sterne, die man bei Sonnenfinsterniſſen deutlichſt am Himmelsgewölbe erkenne. Ich habe in Folge meines Berufs als praktiſcher Bergmann mehrere Jahre lang einen großen Theil des Tages in den Gruben zugebracht und durch tiefe Schächte das Himmelsgewölbe im Zenith betrachtet, aber nie einen Stern geſehen; auch in mericaniſchen, peruaniſchen und ſibiriſchen Bergwerken nie ein Individuum aufgefunden, das vom Sternſehen bei Tage hätte reden hören: obgleich unter ſo verſchiedenen Breitengraden, unter denen ich in beiden Hemiſphären unter der Erde war, ſich doch Zenithal-Sterne genug hätten vortheilhaft dem Auge darbieten können. Bei dieſen ganz negativen Erfahrungen iſt mir um ſo auffallender das ſehr glaubwürdige Zeugniß eines berühmten Optikers geweſen, der in früher Jugend Sterne bei hellem Tage durch einen Rauchfang erblickte.[21] Erſcheinungen, deren Sichtbarkeit von dem zufälligen Zuſammentreffen begünſtigender Umſtände abhängt, müſſen nicht darum geläugnet werden, weil ſie ſo ſelten ſind.

Dieſer Grundſatz findet, glaube ich, ſeine Anwendung auch auf das von dem immer ſo gründlichen Sauſſure behauptete Sehen der Sterne mit bloßen Augen bei hellem Tage am Abfall des Montblanc, auf der Höhe von 11970 Fuß. »Quelques-uns des guides m'ont assuré«,

ſagt der berühmte Alpenforſcher, »avoir vu des étoiles en plein jour; pour *moi je* n'y songeois pas, en sorte que je n'ai point été le témoin de ce phénomène; ***mais l'assertion uniforme des guides ne me laisse aucun doute sur la réalité.***[22] Il faut d'ailleurs être entièrement à l'ombre, et avoir même au-dessus de la tête une masse d'ombre d'une épaisseur considérable, sans quoi l'air trop fortement éclairé fait évanouir la foible clarté des étoiles.« Die Bedingungen ſind alſo faſt ganz dieſelben, welche die Ciſternen der Alten und der eben erwähnte Rauchfang dargeboten haben. Ich finde dieſe merkwürdige Behauptung (vom Morgen des 2 Auguſt 1787) in keiner anderen Reiſe durch die ſchweizer Gebirge wiederholt. Zwei kenntnißvolle, vortreffliche Beobachter, die Gebrüder Hermann und Adolph Schlagintweit, welche neuerlichſt die öſtlichen Alpen bis zum Gipfel des Großglockners (12213 Fuß) durchforſcht haben, konnten nie Sterne bei Tage ſehen, noch haben ſie die Sage unter den Hirten und Gemsjägern gefunden. Ich habe mehrere Jahre in den Cordilleren von Mexico, Quito und Peru zugebracht und bin ſo oft mit Bonpland bei heiterem Wetter auf Höhen von mehr als vierzehn- oder funfzehn-tauſend Fuß geweſen, und nie habe ich oder ſpäter mein Freund Bouſſingault Sterne am Tage erkennen können: obgleich die Himmelsbläue ſo tief und dunkel war, daß ſie an demſelben Cyanometer von Paul in Genf, an welchem Sauſſure auf dem Montblanc 39° ablas, von mir unter den Tropen (zwiſchen 16000 und 18000 Fuß Höhe) im Zenith auf 46° geſchätzt wurde.[23] Unter dem herrlichen, ätherreinen Himmel von Cumana, in der Ebene des Littorals, habe ich aber mehrmals und leicht, nach Beobachtung von

Trabanten-Verfinſterungen, Jupiter mit bloßen Augen wieder aufgefunden und deutlichſt geſehen, wenn die Sonnenſcheibe ſchon 18° bis 20° über dem Horizont ſtand.

Es iſt hier der Ort wenigſtens beiläufig einer anderen optiſchen Erſcheinung zu erwähnen, die ich, auf allen meinen Bergbeſteigungen, nur Einmal, und zwar vor dem Aufgang der Sonne, den 22 Junius 1799 am Abhange des Pics von Teneriffa, beobachtete. Im Malpays, ohngefähr in einer Höhe von 10700 Fuß über dem Meere, ſah ich mit unbewaffnetem Auge tief ſtehende Sterne in einer wunderbar ſchwankenden Bewegung. Leuchtende Punkte ſtiegen aufwärts, bewegten ſich ſeitwärts und fielen an die vorige Stelle zurück. Das Phänomen dauerte nur 7 bis 8 Minuten und hörte auf lange vor dem Erſcheinen der Sonnenſcheibe am Meerhorizont. Dieſelbe Bewegung war in einem Fernrohr ſichtbar; und es blieb kein Zweifel, daß es die Sterne ſelbſt waren, die ſich bewegten.[24] Gehörte dieſe Ortsveränderung zu der ſo viel beſtrittenen lateralen Strahlenbrechung? Bietet die wellenförmige Undulation der aufgehenden Sonnenſcheibe, ſo gering ſie auch durch Meſſung gefunden wird, in der lateralen Veränderung des bewegten Sonnenrandes einige Analogie dar? Nahe dem Horizont wird ohnedies jene Bewegung ſcheinbar vergrößert. Faſt nach einem halben Jahrhundert iſt dieſelbe Erſcheinung des Sternſchwankens, und genau an demſelben Orte im Malpays, wieder vor Sonnenaufgang, von einem unterrichteten und ſehr aufmerkſamen Beobachter, dem Prinzen Adalbert von Preußen, zugleich mit bloßen Augen und im Fernrohr beobachtet worden! Ich fand die Beobachtung in ſeinem handſchriftlichen Tagebuche; er hatte ſie eingetragen, ohne, vor

ſeiner Rückkunft von dem Amazonenſtrome, erfahren zu haben, daß ich etwas ganz ähnliches geſehen.[25] Auf dem Rücken der Andeskette oder bei der häufigen Luftſpiegelung (Kimmung, mirage) in den heißen Ebenen (Llanos) von Südamerika habe ich, trotz der ſo verſchiedenartigen Miſchung ungleich erwärmter Luftſchichten, keine Spur lateraler Refraction je finden können. Da der Pic von Teneriffa uns ſo nahe iſt und oft von wiſſenſchaftlichen, mit Inſtrumenten verſehenen Reiſenden kurz vor Sonnenaufgang beſucht wird, ſo darf man hoffen, daß die hier von mir erneuerte Aufforderung zur Beobachtung des Sternſchwankens nicht wieder ganz verhallen werde.

Ich habe bereits darauf aufmerkſam gemacht, wie lange vor der großen Epoche der Erfindung des teleſcopiſchen Sehens und ſeiner Anwendung auf Beobachtung des Himmels, alſo vor den denkwürdigen Jahren 1608 und 1610, ein überaus wichtiger Theil der Aſtronomie unſeres Planetenſyſtems bereits begründet war. Den ererbten Schatz des griechiſchen und arabiſchen Wiſſens haben Georg Purbach, Regiomontanus (Johann Müller) und Bernhard Walther in Nürnberg durch mühevolle, ſorgfältige Arbeiten vermehrt. Auf ihr Beſtreben folgt eine kühne und großartige Gedankenentwickelung, das Syſtem des Copernicus; es folgen der Reichthum genauer Beobachtungen des Tycho, der combinirende Scharfſinn und der beharrliche Rechnungstrieb von Kepler. Zwei große Männer, Kepler und Galilei, ſtehen an dem wichtigſten Wendepunkt, den die Geſchichte der meſſenden Sternkunde darbietet; beide bezeichnen die Epoche, wo das Beobachten mit unbewaffnetem Auge, doch mit ſehr verbeſſerten Meßinſtrumenten, ſich von dem teleſcopiſchen

Sehen ſcheidet. Galilei war damals ſchon 44, Kepler 37 Jahre alt; Tycho, der genaueſte meſſende Aſtronom dieſer großen Zeit, ſeit ſieben Jahren todt. Ich habe ſchon früher (Kosmos Bd. II. S. 365) erwähnt, daß Kepler's drei Geſetze, die ſeinen Namen auf ewig verherrlicht haben, von keinem ſeiner Zeitgenoſſen, Galilei ſelbſt nicht ausgenommen, mit Lob erwähnt worden ſind. Auf rein empiriſchem Wege entdeckt, aber für das Ganze der Wiſſenſchaft folgereicher als die vereinzelte Entdeckung ungeſehener Weltkörper, gehören ſie ganz der Zeit des natürlichen Sehens, der Tychoniſchen Zeit, ja den Tychoniſchen Beobachtungen ſelbſt an: wenn auch der Druck der Astronomia nova, seu Physica coelestis de motibus Stellae Martis erſt 1609 vollendet, und gar das dritte Geſetz, nach welchem ſich die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernung, erſt in der Harmonice Mundi 1619 entwickelt wurde.

Der Uebergang des natürlichen zum teleſcopiſchen Sehen, welcher das erſte Zehnttheil des ſiebzehnten Jahrhunderts bezeichnet und für die Aſtronomie (die Kenntniß des Weltraumes) noch wichtiger wurde, als es für die Kenntniß der irdiſchen Räume das Jahr 1492 geweſen war, hat nicht bloß den Blick in die Schöpfung endlos erweitert; er hat auch, neben der Bereicherung des menſchlichen Ideenkreiſes, durch Darlegung neuer und verwickelter Probleme das mathematiſche Wiſſen zu einem bisher nie erreichten Glanze erhoben. So wirkt die Stärkung ſinnlicher Organe auf die Gedankenwelt, auf die Stärkung intellectueller Kraft, auf die Veredlung der Menſchheit. Dem Fernrohr allein verdanken wir in kaum drittehalb

Jahrhunderten die Kenntniß von 13 neuen Planeten, von 4 Trabanten-Syſtemen (4 Monden des Jupiter, 8 des Saturn, 4, vielleicht 6 des Uranus, 1 des Neptun), von den Sonnenflecken und Sonnenfackeln, den Phaſen der Venus, der Geſtalt und Höhe der Mondberge, den winterlichen Polarzonen des Mars, den Streifen des Jupiter und Saturn, den Ringen des letzteren, den inneren (planetariſchen) Cometen von kurzer Umlaufszeit, und von ſo vielen anderen Erſcheinungen, die ebenfalls dem bloßen Auge entgehen. Wenn unſer Sonnenſyſtem, das ſo lange auf 6 Planeten und einen Mond beſchränkt ſchien, auf die eben geſchilderte Weiſe in 240 Jahren bereichert worden iſt, ſo hat der ſogenannte Fixſternhimmel ſchichtenweiſe eine noch viel unerwartetere Erweiterung gewonnen. Tauſende von Nebelflecken, Sternhaufen und Doppelſternen ſind aufgezählt. Die veränderliche Stellung der Doppelſterne, welche um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt kreiſen, hat, wie die eigene Bewegung aller Fixſterne, erwieſen, daß Gravitations-Kräfte in jenen fernen Welträumen wie in unſeren engen planetariſchen, ſich wechſelſeitig ſtörenden Kreiſen walten. Seitdem Morin und Gascoigne (freilich erſt 25 bis 30 Jahre nach Erfindung des Fernrohrs) optiſche Vorrichtungen mit Meßinſtrumenten verbanden, haben feinere Beſtimmungen der Ortsveränderung in den Geſtirnen erreicht werden können. Auf dieſem Wege iſt es möglich geworden mit größter Schärfe die jedesmalige Poſition eines Weltkörpers, die Aberrations-Ellipſen der Fixſterne und ihre Parallaxen, die gegenſeitigen Abſtände der Doppelſterne von wenigen Zehenttheilen einer Bogen-Secunde zu meſſen. Die aſtronomiſche Kenntniß des Sonnenſyſtems erweiterte ſich allmälig zu der eines Weltſyſtems.

Wir wiſſen, daß Galilei ſeine Entdeckungen der Jupitersmonde mit ſiebenmaliger Vergrößerung machte, und nie eine ſtärkere als zweiunddreißig-malige anwenden konnte. Einhundert und ſiebzig Jahre ſpäter ſehen wir Sir William Herſchel bei ſeinen Unterſuchungen über die Größe des ſcheinbaren Durchmeſſers von Arcturus (im Nebel 0″, 2) und Wega in der Leier Vergrößerungen benutzen von 6500 Mal. Seit der Mitte des 17ten Jahrhunderts wetteiferte man in dem Beſtreben nach langen Fernröhren. Chriſtian Huygens entdeckte zwar 1655 den erſten Saturnstrabanten, Titan (den 6ten im Abſtande von dem Centrum des Planeten), nur noch mit einem zwölffüßigen Fernrohr; er wandte ſpäter auf den Himmel längere bis 122 Fuß an; aber die drei Objective von 123, 170 und 210 Fuß Brennweite, welche die Royal Society von London beſitzt und welche von Conſtantin Huygens, dem Bruder des großen Aſtronomen, verfertigt wurden, ſind von letzterem, wie er ausdrücklich ſagt[26], nur auf terreſtriſche Gegenſtände geprüft worden. Auzout, der ſchon 1663 Rieſenfernröhre ohne Röhre, alſo ohne feſte (ſtarre) Verbindung zwiſchen dem Objectiv und dem Ocular, conſtruirte, vollendete ein Objectiv, das bei 300 Fuß Focallänge eine 600malige Vergrößerung ertrug.[27] Den nützlichſten Gebrauch von ſolchen, an Maſten befeſtigten Objectiven machte Dominicus Caſſini zwiſchen den Jahren 1671 und 1684 bei den auf einander folgenden Entdeckungen des 8ten, 5ten, 4ten und 3ten Saturnstrabanten. Er bediente ſich der Objective, die Borelli, Campani und Hartſoeker geſchliffen hatten. Die letzteren waren von 250 Fuß Brennweite. Die von Campani, welche des größten Rufes unter der Regierung Ludwigs XIV

genoſſen, habe ich bei meinem vieljährigen Aufenthalte auf der Pariſer Sternwarte mehrmals in Händen gehabt. Wenn man an die geringe Lichtſtärke der Saturnstrabanten und an die Schwierigkeit ſolcher nur durch Stricke bewegten Vorrichtungen [28] denkt, ſo kann man nicht genug bewundern die Geſchicklichkeit, den Muth und die Ausdauer des Beobachters.

Die Vortheile, welche man damals allein glaubte durch rieſenmäßige Längen erreichen zu können, leiteten, wie es ſo oft geſchieht, große Geiſter zu excentriſchen Hoffnungen. Auzout glaubte Hooke widerlegen zu müſſen, der, um Thiere im Monde zu ſehen, Fernröhre von einer Länge von 10000 Fuß, alſo faſt von der Länge einer halben geographiſchen Meile, vorgeſchlagen haben ſoll. [29] Das Gefühl der praktiſchen Unbequemlichkeit von optiſchen Inſtrumenten mit mehr als hundertfüßiger Focallänge verſchaffte allmälig durch Newton (nach dem Vorgange von Merſenne und James Gregory von Aberdeen) den kürzeren Reflexions-Inſtrumenten beſonders in England Eingang. Bradley's und Pound's ſorgfältige Vergleichung von 5füßigen Hadley'ſchen Spiegelteleſcopen mit dem Refractor von Conſtantin Huygens, der 123 Fuß Brennweite hatte und deſſen wir oben erwähnten, fiel ganz zum Vortheil der erſteren aus. Short's koſtbare Reflectoren wurden nun überall verbreitet, bis John Dollond's glückliche praktiſche Löſung des Problems vom Achromatismus (1759), durch Leonhard Euler und Klingenſtierna angeregt, den Refractoren wieder ein großes Uebergewicht verſchaffte. Die, wie es ſcheint, unbeſtreitbaren Prioritätsrechte des geheimnißvollen Cheſter More Hall aus Eſſex (1729) wurden dem Publikum

erſt bekannt, als dem John Dollond das Patent für ſeine achromatiſchen Fernröhre verliehen wurde.[30]

Der hier bezeichnete Sieg der Refractions-Inſtrumente war aber von nicht langer Dauer. Neue Oſcillationen der Meinung wurden ſchon, 18 bis 20 Jahre nach der Bekanntmachung von John Dollond's Erfindung des Achromatismus mittelſt Verbindung von Kron- und Flintglas, durch die gerechte Bewunderung angeregt, welche man in und außerhalb Englands den unſterblichen Arbeiten eines Deutſchen, William Herſchel, zollte. Der Conſtruction ſeiner zahlreichen 7füßigen und 20füßigen Teleſcope, auf welche Vergrößerungen von 2200 bis 6000 Mal glücklich angewandt werden konnten, folgte die Conſtruction ſeines 40füßigen Reflectors. Durch dieſen wurden im Auguſt und September 1789 die beiden innerſten Saturnstrabanten: der 2te (Enceladus), und bald darauf der erſte, dem Ringe am nächſten liegende, Mimas, entdeckt. Die Entdeckung des Planeten Uranus (1781) gehört dem 7füßigen Teleſcop von Herſchel; die ſo lichtſchwachen Uranustrabanten ſah er (1787) zuerſt im 20füßigen Inſtrumente, zur front-view eingerichtet.[31] Eine bis dahin noch nie erreichte Vollkommenheit, welche der große Mann ſeinen Spiegelteleſcopen zu geben wußte, in denen das Licht nur einmal reflectirt wird, hat, bei einer ununterbrochenen Arbeit von mehr als 40 Jahren, zur wichtigſten Erweiterung aller Theile der phyſiſchen Aſtronomie, in den Planetenkreiſen wie in der Welt der Nebelflecke und der Doppelſterne, geführt.

Auf eine lange Herrſchaft der Reflectoren folgte wieder in dem erſten Fünftel des 19ten Jahrhunderts ein erfolgreicher Wetteifer in Anfertigung von achromatiſchen

Refractoren und Heliometern, die durch Uhrwerke parallactisch bewegt werden. Zu Objectiven von außerordentlichen Größen lieferten in Deutschland das Münchner Institut von Utzschneider und Fraunhofer, später von Merz und Mahler; in der Schweiz und Frankreich (für Lerebours und Cauchois) die Werkstätte von Guinand und Bontems ein homogenes, streifenloses Flintglas. Es genügt für den Zweck dieser historischen Uebersicht, hier beispielsweise zu nennen die unter Fraunhofer's Leitung gearbeiteten großen Refractoren der Dorpater und Berliner Sternwarte von 9 Pariser Zoll freier Oeffnung bei einer Focalweite von 13⅓ Fuß; die Refractoren von Merz und Mahler auf den Sternwarten von Pulkowa und Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika[32], beide mit Objectiven von 14 Pariser Zoll und 21 Fuß Brennweite versehen. Das Heliometer der Königsberger Sternwarte, lange Zeit das größte, hat 6 Zoll Oeffnung und ist durch Bessel's unvergeßliche Arbeiten berühmt geworden. Die lichtvollen und kurzen dialytischen Refractoren, welche Plösl in Wien zuerst ausführte und deren Vortheile Rogers in England fast gleichzeitig erkannt hatte, verdienen in großen Dimensionen construirt zu werden.

In derselben Zeitepoche, deren Bestrebungen ich hier berühre, weil sie auf die Erweiterung kosmischer Ansichten einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt, blieben die mechanischen Fortschritte in Vervollkommnung der messenden Instrumente (Zenith-Sectoren, Meridiankreise, Micrometer) gegen die optischen Fortschritte und die des Zeitmaaßes nicht zurück. Unter so vielen ausgezeichneten Namen der neueren Zeit erwähnen wir hier nur für

Meßinſtrumente: die von Ramsden, Troughton, Fortin, Reichenbach, Gambey, Ertel, Steinheil, Repſold, Piſtor, Oertling.....; für Chronometer und aſtronomiſche Pendeluhren: Mudge, Arnold, Emery, Earnſhaw, Breguet, Jürgenſen, Keſſels, Winnerl, Tiede ..... In den ſchönen Arbeiten, welche wir William und John Herſchel, South, Struve, Beſſel und Dawes über Abſtände und periodiſche Bewegung der Doppelſterne verdanken, offenbart ſich vorzugsweiſe jene Gleichzeitigkeit der Vervollkommnung in ſcharfem Sehen und Meſſen. Struve's Claſſification der Doppelſterne liefert von denen, deren Abſtand unter 1″ iſt, gegen 100; von denen, die zwiſchen 1″ und 2″ fallen, 336: alle mehrfach gemeſſen.[33]

Seit wenigen Jahren haben zwei Männer, welche jedem induſtriellen Gewerbe fern ſtehen, der Earl of Roſſe in Parſonstown (12 Meilen weſtlich von Dublin) und Herr Laſſell zu Starfield bei Liverpool, aus edler Begeiſterung für die Sternkunde, mit der aufopferndſten Freigebigkeit und unter eigener unmittelbaren Leitung, zwei Reflectoren zu Stande gebracht, welche auf's höchſte die Erwartung der Aſtronomen ſpannen.[34] Mit dem Teleſcope von Laſſell, das nur 2 Fuß Oeffnung und 20 Fuß Brennweite hat, ſind ſchon ein Trabant des Neptun und ein achter Trabant des Saturn entdeckt worden; auch wurden zwei Uranustrabanten wieder aufgefunden. Das neue Rieſenteleſcop von Lord Roſſe hat 5 Fuß 7 Zoll 7 Linien (6 engl. Fuß) Oeffnung und 46 Fuß 11 Zoll (50 engl. Fuß) Länge. Es ſteht im Meridian zwiſchen zwei Mauern, die von jeder Seite 12 Fuß von dem Tubus entfernt und 45 bis 52 Fuß hoch ſind. Viele Nebelflecke, welche bisher

kein Instrument auflösen konnte, sind durch dieses herrliche Teleskop in Sternschwärme aufgelöst; die Gestalt anderer Nebelflecke ist in ihren wahren Umrissen nun zum ersten Mal erkannt worden. Eine wundersame Helligkeit (Lichtmasse) wird von dem Spiegel ausgegossen.

Morin, der mit Gascoigne (vor Picard und Auzout) zuerst das Fernrohr mit Meßinstrumenten verband, fiel gegen 1638 auf den Gedanken Gestirne bei hellem Tage teleskopisch zu beobachten. „Nicht Tycho's große Arbeit über die Position der Fixsterne, indem dieser 1582, also 28 Jahre vor Erfindung der Fernröhre, Venus bei Tage mit der Sonne und bei Nacht mit den Sternen verglich; sondern", sagt Morin selbst [35], „der einfache Gedanke, daß, wie Venus, so auch Arcturus und andere Fixsterne, wenn man sie einmal vor Sonnenaufgang im Felde des Fernrohrs hat, nach Sonnenaufgang am Himmelsgewölbe verfolgt werden können: habe ihn zu einer Entdeckung geführt, welche für die Längen-Bestimmungen auf dem Meere wichtig werden möge. Niemand habe vor ihm die Fixsterne in Angesicht der Sonne auffinden können." Seit der Aufstellung großer Mittags-Fernröhre durch Römer (1691) wurden Tagesbeobachtungen der Gestirne häufig und fruchtbar, ja bisweilen selbst auf Messung von Doppelsternen mit Nutzen angewandt. Struve bemerkt [36], er habe in dem Dorpater Refractor mit Anwendung einer Vergrößerung von 320 Mal die kleinsten Abstände überaus schwacher Doppelsterne bestimmt, bei so hellem Crepuscularlichte, daß man um Mitternacht bequem lesen konnte. Der Polarstern hat in nur 18″ Entfernung einen Begleiter 9ter Größe; im Dorpater Refractor

haben Struve und Wrangel dieſen Begleiter bei Tage geſehen[37], eben ſo einmal Encke und Argelander.

Die Urſach der mächtigen Wirkung der Fernröhre zu einer Zeit, wo durch vielfache Reflexion das diffuſe Licht[38] der Atmoſphäre hinderlich iſt, hat mancherlei Zweifel erregt. Als optiſches Problem intereſſirte ſie auf das lebhafteſte den der Wiſſenſchaft ſo früh entriſſenen Beſſel. In ſeinem langen Briefwechſel mit mir kam er oft darauf zurück, und bekannte, keine ihn ganz befriedigende Löſung finden zu können. Ich darf auf den Dank meiner Leſer rechnen, wenn ich in einer Anmerkung[39] Arago's Anſichten einſchalte, wie dieſelben in einer der vielen Handſchriften enthalten ſind, welche mir bei meinem häufigen Aufenthalte in Paris zu benutzen erlaubt war. Nach der ſcharfſinnigen Erklärung meines vieljährigen Freundes erleichtern ſtarke Vergrößerungen das Auffinden und Erkennen der Fixſterne, weil ſie, ohne das Bild derſelben merkbar auszudehnen, eine größere Menge des intenſiven Lichtes der Pupille zuführen, aber dagegen nach einem anderen Geſetze auf den Luftraum wirken, von welchem ſich der Fixſtern abhebt. Das Fernrohr, indem es gleichſam die erleuchteten Theile der Luft, welche das Objectiv umfaßt, von einander entfernt, verdunkelt das Geſichtsfeld, vermindert die Intenſität ſeiner Erleuchtung. Wir ſehen aber nur durch den Unterſchied des Lichtes des Fixſternes und des Luftfeldes, d. h. der Luftmaſſe, welche ihn im Fernrohr umgiebt. Ganz anders als der einfache Strahl des Fixſternbildes verhalten ſich Planetenſcheiben. Dieſe verlieren in dem vergrößernden Fernrohr durch Dilatation ihre Licht-Intenſität eben ſo wie das Luftfeld (l'aire aérienne). Noch iſt zu erwähnen, daß

ſtarke Vergrößerungen die ſcheinbare Schnelligkeit der Bewegung des Fixſterns wie die der Scheibe vermehren. Dieſer Umſtand kann in Inſtrumenten, welche nicht durch Uhrwerk parallactiſch der Himmelsbewegung folgen, das Erkennen der Gegenſtände am Tage erleichtern. Andere und andere Punkte der Netzhaut werden gereizt. Sehr ſchwache Schatten, bemerkt Arago an einem anderen Orte, werden erſt ſichtbar, wenn man ihnen eine Bewegung geben kann.

Unter dem reinen Tropenhimmel, in der trockenſten Jahreszeit, habe ich oft mit der ſchwachen Vergrößerung von 95 Mal in einem Fernrohr von Dollond die blaſſe Jupitersſcheibe auffinden können, wenn die Sonne ſchon 15° bis 18° hoch ſtand. Lichtſchwäche des Jupiter und Saturn, bei Tage im großen Berliner Refractor geſehen und contraſtirend mit dem ebenfalls reflectirten Lichte der der Sonne näheren Planeten, Venus und Merkur, hat mehrmals Dr. Galle überraſcht. Jupiters-Bedeckungen ſind mit ſtarken Fernröhren bisweilen bei Tage (von Flaugergues 1792, von Struve 1820) beobachtet worden. Argelander ſah (7 Dec. 1849) in einem 5füßigen Fraunhofer eine Viertelſtunde nach Sonnenaufgang zu Bonn ſehr deutlich 3 Jupiterstrabanten. Den 4ten konnte er nicht erkennen. Noch ſpäter ſah der Gehülfe Herr Schmidt den Austritt ſämmtlicher Trabanten, auch des 4ten, aus dem dunkeln Mondrande in dem 8füßigen Fernrohre des Heliometers. Die Beſtimmung der Grenzen der teleſcopiſchen Sichtbarkeit kleiner Sterne bei Tageshelle unter verſchiedenen Klimaten und auf verſchiedenen Höhen über der Meeresfläche hat gleichzeitig ein optiſches und ein meteorologiſches Intereſſe.

Zu den merkwürdigen und in ihren Urſachen viel

beſtrittenen Erſcheinungen im natürlichen wie im teleſcopiſchen Sehen gehört das nächtliche Funkeln (das Blinken, die Scintillation) der Sterne. Zweierlei iſt nach Arago's Unterſuchungen [40] in der Scintillation weſentlich zu unterſcheiden: 1) Veränderung der Lichtſtärke in plötzlicher Abnahme bis zum Verlöſchen und Wiederauflodern; 2) Veränderung der Farbe. Beide Veränderungen ſind in der Realität noch ſtärker, als ſie dem bloßen Auge erſcheinen; denn wenn einzelne Punkte der Netzhaut einmal angeregt ſind, ſo bewahren ſie den empfangenen Lichteindruck: ſo daß das Verſchwinden des Sterns, ſeine Verdunkelung, ſein Farbenwechſel nicht in ihrem ganzen, vollen Maaße von uns empfunden werden. Auffallender zeigt ſich das Phänomen des Sternfunkelns im Fernrohr, ſobald man daſſelbe erſchüttert. Es werden dann andere und andere Punkte der Netzhaut gereizt; es erſcheinen farbige, oft unterbrochene Kreiſe. In einer Atmoſphäre, die aus ſtets wechſelnden Schichten von verſchiedener Temperatur, Feuchtigkeit und Dichte zuſammengeſetzt iſt, erklärt das Princip der Interferenz, wie nach einem augenblicklichen farbigen Auflodern ein eben ſo augenblickliches Verſchwinden oder die plötzliche Verdunkelung des Geſtirnes ſtatt finden kann. Die Undulations-Theorie lehrt im allgemeinen, daß zwei Lichtſtrahlen (zwei Wellenſyſteme), von Einer Lichtquelle (Einem Erſchütterungs-Mittelpunkte) ausgehend, bei Ungleichheit des Weges ſich zerſtören; daß das Licht des einen Strahles, zu dem des anderen Strahles hinzugefügt, Dunkelheit hervorbringt. Wenn das Zurückbleiben des einen Wellenſyſtems gegen das andere eine ungerade Anzahl halber Undulationen beträgt, ſo ſtreben beide Wellen-

ſyſteme, demſelben Aether-Molecule zu gleicher Zeit gleiche, aber entgegengeſetzte Geſchwindigkeiten mitzutheilen: ſo daß die Wirkung ihrer Vereinigung die Ruhe des Aether-Molecules, alſo Finſterniß iſt. In gewiſſen Fällen ſpielt die Refrangibilität der verſchiedenen Luftſchichten, welche die Lichtſtrahlen durchſchneiden, mehr als die verſchiedene Länge des Weges, die Hauptrolle bei der Erſcheinung. [41]

Die Stärke der Scintillation iſt unter den Fixſternen ſelbſt auffallend verſchieden; nicht von der Höhe ihres Standes und von ihrer ſcheinbaren Größe allein abhängig, ſondern, wie es ſcheint, von der Natur ihres eigenen Lichtproceſſes. Einige, z. B. Wega, zittern weniger als Arctur und Procyon. Der Mangel der Scintillation bei den Planeten mit größeren Scheiben iſt der Compenſation und ausgleichenden Farbenvermiſchung zuzuſchreiben, welche die einzelnen Punkte der Scheibe geben. Es wird die Scheibe wie ein Aggregat von Sternen betrachtet, welche das fehlende, durch Interferenz vernichtete Licht gegenſeitig erſetzen und die farbigen Strahlen zu weißem Lichte wiederum vereinigen. Bei Jupiter und Saturn bemerkt man deshalb am ſeltenſten Spuren der Scintillation; wohl aber bei Merkur und Venus, da der ſcheinbare Durchmeſſer der Scheiben in den letztgenannten zwei Planeten bis 4″,4 und 9″,5 herabſinkt. Auch bei Mars kann zur Zeit der Conjunction ſich der Durchmeſſer bis 3″,3 vermindern. In den heiteren, kalten Winternächten der gemäßigten Zone vermehrt die Scintillation den prachtvollen Eindruck des geſtirnten Himmels auch durch den Umſtand, daß, indem wir Sterne 6ter bis 7ter Größe bald hier, bald dort aufglimmen ſehen, wir, getäuſcht, mehr leuchtende Punkte vermuthen und zu

erkennen glauben, als das unbewaffnete Auge wirklich unterſcheidet. Daher das populäre Erſtaunen über die wenigen Tauſende von Sternen, welche genaue Sterncataloge als den bloßen Augen ſichtbar angeben! Daß das zitternde Licht die Fixſterne von den Planeten unterſcheide, war von früher Zeit den griechiſchen Aſtronomen bekannt; aber Ariſtoteles, nach der Ausſtrömungs- und Tangential-Theorie des Sehens, der er anhängt, ſchreibt das Zittern und Funkeln der Fixſterne, ſonderbar genug, einer bloßen Anſtrengung des Auges zu. „Die eingehefteten Sterne“ (die Fixſterne), ſagt er [42], „funkeln, die Planeten nicht: denn die Planeten ſind nahe, ſo daß das Geſicht im Stande iſt ſie zu erreichen; bei den feſtſtehenden aber (*πρὸς δὲ τοὺς μένοντας*) geräth das Auge wegen der Entfernung und Anſtrengung in eine zitternde Bewegung.“

Zu Galilei's Zeiten, zwiſchen 1572 und 1604, in einer Epoche großer Himmelsbegebenheiten, da drei neue Sterne [43] von mehr Glanz als Sterne erſter Größe plötzlich erſchienen und einer derſelben im Schwan 21 Jahre leuchtend blieb, zog das Funkeln als das muthmaßliche Criterium eines nicht planetariſchen Weltkörpers Kepler's Aufmerkſamkeit beſonders auf ſich. Der damalige Zuſtand der Optik verhinderte freilich den um dieſe Wiſſenſchaft ſo hoch verdienten Aſtronomen ſich über die gewöhnlichen Ideen von bewegten Dünſten zu erheben. [44] Auch unter den neu erſchienenen Sternen, deren die chineſiſchen Annalen nach der großen Sammlung von Ma-tuan-lin erwähnen, wird bisweilen des ſehr ſtarken Funkelns gedacht.

Zwiſchen den Wendekreiſen und ihnen nahe giebt bei gleichmäßigerer Miſchung der Luftſchichten die große Schwäche

oder völlige Abweſenheit der Scintillation der Fixſterne, 12 bis 15 Grade über dem Horizont, dem Himmelsgewölbe einen eigenthümlichen Charakter von Ruhe und milderem Lichte. Ich habe in mehreren meiner Naturſchilderungen der Tropenwelt dieſes Charakters erwähnt: der auch ſchon dem Beobachtungsgeiſte von La Condamine und Bouguer in den peruaniſchen Ebenen, wie dem von Garcin [45] in Arabien, Indien und an den Küſten des perſiſchen Meerbuſens (bei Bender Abaſſi) nicht entgangen war.

Da der Anblick des geſtirnten Himmels in der Jahreszeit perpetuirlich heiterer, ganz wolkenfreier Tropennächte für mich einen beſonderen Reiz hatte, ſo bin ich bemüht geweſen in meinen Tagebüchern ſtets die Höhen über dem Horizonte aufzuzeichnen, in der das Funkeln der Sterne bei verſchiedenen Hygrometerſtänden aufhörte. Cumana und der regenloſe Theil des peruaniſchen Littorals der Südſee, wenn in letzterem die Zeit der Garua (des Nebels) noch nicht eingetreten war, eigneten ſich vorzüglich zu ſolchen Beobachtungen. Nach Mittelzahlen ſcheinen die größeren Fixſterne meiſt nur unter 10° oder 12° Höhe über dem Horizont zu ſcintilliren. In größeren Höhen gießen ſie aus ein milderes, planetariſches Licht. Am ſicherſten wird der Unterſchied erkannt, wenn man dieſelben Fixſterne in ihrem allmäligen Aufſteigen oder Niederſinken verfolgt und dabei die Höhenwinkel mißt oder (bei bekannter Ortsbreite und Zeit) berechnet. In einzelnen gleich heiteren und gleich windloſen Nächten erſtreckte ſich die Region des Funkelns bis 20°, ja bis 25° Höhe; doch war zwiſchen dieſen Verſchiedenheiten der Höhe oder der Stärke der Scintillation und den Hygrometer- und Thermometerſtänden, die in der

unteren, uns allein zugänglichen Region der Luft beobachtet wurden, faſt nie ein Zuſammenhang zu entdecken. Ich ſah in auf einander folgenden Nächten nach beträchtlicher Scintillation 60° bis 70° hoher Geſtirne, bei 85° des Sauſſure'ſchen Haar-Hygrometers, die Scintillation bis 15° Höhe über dem Horizont völlig aufhören, und dabei doch die Luftfeuchtigkeit ſo anſehnlich vermehrt, daß das Hygrometer bis 93° fortſchritt. Es iſt nicht die Quantität der Waſſerdämpfe, welche die Atmoſphäre aufgelöſt erhält; es iſt die ungleiche Vertheilung der Dämpfe in den über einander liegenden Schichten und die, in den unteren Regionen nicht bemerkbaren, oberen Strömungen kalter und warmer Luft, welche das verwickelte Ausgleichungs-Spiel der Interferenz der Lichtſtrahlen modificiren. Auch bei ſehr dünnem gelbrothem Nebel, der kurz vor. Erdſtößen den Himmel färbte, vermehrte ſich auffallend das Funkeln hochſtehender Geſtirne. Alle dieſe Bemerkungen beziehen ſich auf die völlig heitere, wolken- und regenloſe Jahreszeit der tropiſchen Zone 10° bis 12° nördlich und ſüdlich vom Aequator. Die Lichtphänomene, welche beim Eintritt der Regenzeit während des Durchgangs der Sonne durch den Zenith erſcheinen, hangen von ſehr allgemein und kräftig, ja faſt ſtürmiſch wirkenden Urſachen ab. Die plötzliche Schwächung des Nordoſt-Paſſates, und die Unterbrechung regelmäßiger oberer Strömungen vom Aequator zu den Polen und unterer Strömungen von den Polen zum Aequator erzeugen Wolkenbildungen, täglich zu beſtimmter Zeit wiederkehrende Gewitter und Regengüſſe. Ich habe mehrere Jahre hinter einander bemerkt, wie an den Orten, an denen das Funkeln der Fixſterne überhaupt etwas ſeltenes iſt, der Eintritt

der Regenzeit viele Tage im voraus ſich durch das zitternde Licht der Geſtirne in großer Höhe über dem Horizont verkündigt. Wetterleuchten, einzelne Blitze am fernen Horizont ohne ſichtbares Gewölk oder in ſchmalen, ſenkrecht aufſteigenden Wolkenſäulen ſind dann begleitende Erſcheinungen. Ich habe dieſe charakteriſtiſchen Vorgänge, die phyſiognomiſchen Veränderungen der Himmelsluft in mehreren meiner Schriften zu ſchildern verſucht.[46]

Ueber die Geſchwindigkeit des Lichtes, über die Wahrſcheinlichkeit, daß daſſelbe eine gewiſſe Zeit zu ſeiner Fortpflanzung brauche, findet ſich die älteſte Anſicht bei Bacon von Verulam in dem zweiten Buche des Novum Organum. Er ſpricht von der Zeit, deren ein Lichtſtrahl bedarf, die ungeheure Strecke des Weltraums zu durchlaufen; er wirft ſchon die Frage auf, ob die Sterne noch vorhanden ſind, die wir gleichzeitig funkeln ſehen.[47] Man erſtaunt dieſe glückliche Ahndung in einem Werke zu finden, deſſen geiſtreicher Verfaſſer in mathematiſchem, aſtronomiſchem und phyſikaliſchem Wiſſen tief unter dem ſeiner Zeitgenoſſen ſtand. Gemeſſen wurden die Geſchwindigkeit des reflectirten Sonnenlichtes durch Römer (November 1675) mittelſt der Vergleichung von Verfinſterungs-Epochen der Jupiterstrabanten; die Geſchwindigkeit des directen Lichtes der Fixſterne mittelſt Bradley's großer Entdeckung der Aberration (Herbſt 1727), des ſinnlichen Beweiſes von der translatoriſchen Bewegung der Erde, d. i. von der Wahrheit des copernicaniſchen Syſtemes. In der neueſten Zeit iſt eine dritte Methode der Meſſung durch Arago vorgeſchlagen worden, die der Lichterſcheinungen eines veränderlichen Sternes, z. B. des Algol im Perſeus.[48] Zu dieſen

aſtronomiſchen Methoden geſellt ſich noch eine terreſtriſche Meſſung, welche mit Scharfſinn und Glück ganz neuerlich Herr Fizeau in der Nähe von Paris ausgeführt hat. Sie erinnert an einen frühen, zu keinem Reſultate leitenden Verſuch von Galilei mit zwei gegenſeitig zu verdeckenden Laternen.

Aus Römer's erſten Beobachtungen der Jupiterstrabanten ſchätzten Horrebow und Du Hamel den Lichtweg in Zeit von der Sonne zur Erde bei mittlerer Entfernung 14′ 7″, Caſſini 14′ 10″; Newton [49], was recht auffallend iſt, der Wahrheit weit näher 7′ 30″. Delambre [50] fand, indem er bloß unter den Beobachtungen ſeiner Zeit die des erſten Trabanten in Rechnung nahm, 8′ 13″,2. Mit vielem Rechte hat Encke bemerkt, wie wichtig es wäre, in der ſicheren Hoffnung bei der jetzigen Vollkommenheit der Fernröhre übereinſtimmendere Reſultate zu erlangen, eine eigene Arbeit über die Verfinſterungen des Jupitertrabanten zur Ableitung der Lichtgeſchwindigkeit zu unternehmen.

Aus Bradley's, von Rigaud in Oxford wieder aufgefundenen Aberrations-Beobachtungen folgen nach der Unterſuchung von Dr. Buſch [51] in Königsberg für den Lichtweg von der Sonne zur Erde 8′ 12″,14; die Geſchwindigkeit des Sternlichts 41994 geogr. Meilen in der Secunde, und die Aberrations-Conſtante 20″,2116; aber nach neueren, achtzehnmonatlichen Aberrations-Beobachtungen von Struve am großen Paſſage-Inſtrument von Pulkowa [52] muß die erſte dieſer Zahlen anſehnlich vergrößert werden. Das Reſultat dieſer großen Arbeit war: 8′ 17″,78; woraus bei der Aberrations-Conſtante von 20″,4451 mit Encke's Verbeſſerung der Sonnen-Parallaxe im J. 1835 und der im

astronomischen Jahrbuch für 1852 von ihm angegebenen Werthe des Erdhalbmessers die Lichtgeschwindigkeit von 41549 geogr. Meilen folgt. Der wahrscheinliche Fehler in der Geschwindigkeit soll kaum noch 2 geogr. Meilen betragen. Dies Struvische Resultat ist von dem Delambrischen (8′ 13″,2), das von Bessel in den Tab. Regiom. und bisher in dem Berliner astronomischen Jahrbuche angewandt worden ist, für die Zeit, welche der Lichtstrahl von der Sonne zur Erde braucht, um $1/110$ verschieden. Als völlig abgeschlossen ist die Discussion des Gegenstandes noch nicht zu betrachten. Die früher gehegte Vermuthung, daß die Lichtgeschwindigkeit des Polarsterns in Verhältniß von 133 zu 134 schwächer sei als die seines Begleiters, ist aber vielem Zweifel unterworfen geblieben.

Ein durch seine Kenntnisse wie durch seine große Feinheit im Experimentiren ausgezeichneter Physiker, Herr Fizeau, hat durch sinnreich construirte Vorrichtungen, in denen künstliches, sternartiges Licht von Sauerstoff und Wasserstoff durch einen Spiegel in 8633 Meter (26575 Par. Fuß) Entfernung, zwischen Suresne und La Butte Montmartre, an den Punkt zurückgesandt wird, von dem es ausgegangen, eine terrestrische Messung der Lichtgeschwindigkeit vollbracht. Eine mit 720 Zähnen versehene Scheibe, welche 12,6 Umläufe in der Secunde machte, verdeckte abwechselnd den Lichtstrahl oder ließ ihn frei durch zwischen den Zähnen des Randes. Aus der Angabe eines Zählers (compteur) glaubte man schließen zu können, daß das künstliche Licht 17266 Meter, d. i. den doppelten Weg zwischen den Stationen, in $1/18000$ einer Zeitsecunde zurücklegte: woraus sich eine Geschwindigkeit von 310788 Kilometer oder (da 1 geogr.

Meile 7419 Meter ist) von 41882 geogr. Meilen in der Secunde[53] ergiebt. Dies Resultat käme demnach dem von Delambre (41994 Meilen) aus den Jupitersstrabanten geschlossenen am nächsten.

Directe Beobachtungen und sinnreiche Betrachtungen über die Abwesenheit aller Färbung während des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne, auf die ich später zurückkommen werde, haben Arago zu dem Resultate geführt, daß nach der Undulations-Theorie die Lichtstrahlen, welche verschiedene Farbe, und also sehr verschiedenartige Länge und Schnelligkeit der Transversal-Schwingungen haben, sich in den himmlischen Räumen mit gleicher Geschwindigkeit bewegen. Deshalb ist aber doch im Inneren der verschiedenen Körper, durch welche die farbigen Strahlen gehen, ihre Fortpflanzungs-Geschwindigkeit und Brechung verschieden.[54] Die Beobachtungen Arago's haben nämlich gelehrt, daß im Prisma die Brechung nicht durch die relative Geschwindigkeit des Lichtes gegen die Erde verändert wird. Alle Messungen gaben einstimmig als Resultat: daß das Licht von den Sternen, nach welchen die Erde sich hinbewegt, denselben Brechungs-Inder darbietet als das Licht der Sterne, von welchen die Erde sich entfernt. In der Sprache der Emissions-Hypothese sagte der berühmte Beobachter: daß die Körper Strahlen von allen Geschwindigkeiten aussenden, daß aber unter diesen verschiedenen Geschwindigkeiten nur eine die Empfindung des Lichts anzuregen vermag.[55]

Vergleicht man die Geschwindigkeit des Sonnen-, Sternen- und irdischen Lichtes, welche auch in den Brechungswinkeln des Prisma sich alle auf ganz gleiche Weise

verhalten, mit der Geſchwindigkeit des Lichtes der Reibungs-Electricität, ſo wird man geneigt nach den von Wheatſtone mit bewundernswürdigem Scharfſinn angeordneten Verſuchen die letztere auf das mindeſte für ſchneller im Verhältniß wie 3 zu 2 zu halten. Nach dem ſchwächſten Reſultate des Wheatſtoniſchen optiſchen Dreh-Apparats legt das electriſche Licht in der Secunde 288000 engliſche Meilen zurück oder (1 Statut-Meile, deren 69,12 auf den Grad gehen, zu 4954 Par. Fuß gerechnet) mehr als 62500 geographiſche Meilen.[56] Rechnet man nun mit Struve für Sternenlicht in den Aberrations-Beobachtungen 41549, ſo erhält man den oben angegebenen Unterſchied von 20951 geogr. Meilen als größere Schnelligkeit der Electricität.

Dieſe Angabe widerſpricht *ſcheinbar* der ſchon von William Herſchel aufgeſtellten Anſicht, nach der das Sonnen- und Fixſternlicht vielleicht die Wirkung eines electro-magnetiſchen Proceſſes, ein perpetuirliches Nordlicht ſei. Ich ſage *ſcheinbar*; denn es iſt wohl nicht die Möglichkeit zu beſtreiten, daß es in den leuchtenden Weltkörpern mehrere, ſehr verſchiedenartige magneto-electriſche Proceſſe geben könne, in denen das Erzeugniß des Proceſſes, das Licht, eine verſchiedenartige Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit beſäße. Zu dieſer Vermuthung geſellt ſich die *Unſicherheit* des numeriſchen Reſultats in den Wheatſtoniſchen Verſuchen. Ihr Urheber ſelbſt hält daſſelbe für „nicht hinlänglich begründet und neuer Beſtätigung bedürftig", um befriedigend mit den Aberrations- und Satelliten-Beobachtungen verglichen zu werden.

Neuere Verſuche, welche Walker in den Vereinigten Staaten von Nordamerika über die Fortpflanzungs-

Geſchwindigkeit der Electricität bei Gelegenheit ſeiner telegraphiſchen Längen-Beſtimmungen von Waſhington, Philadelphia, Neu-York und Cambridge machte, haben die Aufmerkſamkeit der Phyſiker lebhaft auf ſich gezogen. Nach Steinheil's Beſchreibung dieſer Verſuche war die aſtronomiſche Uhr des Obſervatoriums in Philadelphia mit dem Schreib-Apparate von Morſe auf der Telegraphenlinie in ſolche Verbindung geſetzt, daß ſich auf den endloſen Papierſtreifen des Apparats der Gang dieſer Uhr durch Punkte ſelbſt aufzeichnete. Der electriſche Telegraph trägt jedes dieſer Uhrzeichen augenblicklich nach den anderen Stationen, und giebt denſelben durch ähnliche Punkte auf ihren fortrückenden Papierſtreifen die Zeit von Philadelphia. Auf dieſe Weiſe können willkührliche Zeichen oder der Moment des Durchganges eines Sternes in gleicher Art von dem Beobachter der Station eingetragen werden, indem er bloß mit dem Finger drückend eine Klappe berührt. „Der weſentliche Vortheil dieſer amerikaniſchen Methode beſteht", wie Steinheil ſich ausdrückt, „darin, daß ſie die Zeitbeſtimmung unabhängig von der Verbindung der beiden Sinne, — Geſicht und Gehör —, gemacht hat, indem der Uhrgang ſich ſelbſt notirt und der Moment des Sterndurchganges (nach Walker's Behauptung bis auf den mittleren Fehler von dem 70ten Theil einer Secunde) bezeichnet wird. Eine conſtante Differenz der verglichenen Uhrzeichen von Philadelphia und Cambridge entſpringt aus der Zeit, die der electriſche Strom braucht, um zweimal den Schließungskreis zwiſchen beiden Stationen zu durchlaufen."

Meſſungen, welche auf Leitungswegen von 1050 engliſchen oder 242 geographiſchen Meilen Länge angeſtellt

wurden, gaben aus 18 Bedingungs-Gleichungen die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit des hydrogalvaniſchen Stromes nur zu 18700 engliſchen oder 4060 geographiſchen Meilen [57], d. h. funfzehnmal langſamer als der electriſche Strom in Wheatſtone's Drehſcheiben! Da in den merkwürdigen Verſuchen von Walker nicht zwei Dräthe angewandt wurden, ſondern die Hälfte der Leitung, wie man ſich auszudrücken pflegt, durch den feuchten Erdboden geſchah; ſo könnte hier die Vermuthung gerechtfertigt ſcheinen, daß die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit der Electricität ſowohl von der Natur als der Dimenſion [58] des Mediums abhängig iſt. Schlechte Leiter in der Voltaiſchen Kette erwärmen ſich ſtärker als gute Leiter, und die electriſchen Entladungen ſind nach den neueſten Verſuchen von Rieß [59] ein ſehr verſchiedenartig complicirtes Phänomen. Die jetzt herrſchenden Anſichten über das, was man „Verbindung durch Erdreich" zu nennen pflegt, ſind der Anſicht von linearer Molecular-Leitung zwiſchen den beiden Drathenden und der Vermuthung von Leitungs-Hinderniſſen, von Anhäufung und Durchbruch in einem Strome entgegen: da das, was einſt als Zwiſchenleitung in der Erde betrachtet wurde, einer Ausgleichung (Wiederherſtellung) der electriſchen Spannung allein angehören ſoll.

Wenn es gleich nach den jetzigen Grenzen der Genauigkeit in dieſer Art von Beobachtungen wahrſcheinlich iſt, daß die Aberrations-Conſtante und demnach die Lichtgeſchwindigkeit aller Fixſterne dieſelbe iſt; ſo iſt doch auch mehrmals der Möglichkeit gedacht worden, daß es leuchtende Weltkörper gebe, deren Licht deshalb nicht bis zu uns gelangt, weil bei ihrer ungeheuren Maſſe die Gravitation

die Lichttheilchen zur Umkehr nöthigt. Die Emissions-Theorie giebt solchen Phantasien eine wissenschaftliche Form.[60] Ich erwähne hier derselben nur deshalb, weil später gewisser Eigenthümlichkeiten der Bewegung, welche dem Procyon zugeschrieben wurden und auf eine Störung durch dunkle Weltkörper zu leiten schienen, Erwähnung geschehen muß. Es ist der Zweck dieses Theils meines Werkes, das zu berühren, was zur Zeit seiner Ausarbeitung und seines Erscheinens die Wissenschaft nach verschiedenen Richtungen bewegt hat und so den individuellen Charakter einer Epoche in der siderischen wie in der tellurischen Sphäre bezeichnet.

Die photometrischen oder Helligkeits-Verhältnisse selbstleuchtender Gestirne, welche den Weltraum erfüllen, sind seit mehr als zweitausend Jahren ein Gegenstand wissenschaftlicher Beobachtung und Schätzung gewesen. Die Beschreibung des gestirnten Himmels umfaßte nicht bloß die Ortsbestimmungen, die Messung des Abstandes der leuchtenden Weltkörper von einander und von den Kreisen, welche sich auf den scheinbaren Sonnenlauf und die tägliche Bewegung des Himmelsgewölbes beziehen; sie berührte auch zugleich die relative Lichtstärke der Gestirne. Die Aufmerksamkeit der Menschen ist gewiß am frühesten auf den letzten Gegenstand geheftet gewesen; einzelne Sterne haben Namen erhalten, ehe man sie sich als mit anderen in Gruppen und Bildern verbunden dachte. Unter den wilden kleinen Völkerschaften, welche die dichten Waldgegenden des Oberen Orinoco und Atabapo bewohnen, an Orten, wo der undurchdringliche Baumwuchs mich gewöhnlich zwang zu Breiten-Bestimmungen nur hoch culminirende Sterne zu beobachten, fand ich oft bei einzelnen Individuen, besonders bei Greisen,

Benennungen für Canopus, Achernar, die Füße des Centaur und α des südlichen Kreuzes. Hätte das Verzeichniß der Sternbilder, welches wir unter dem Namen der Catasterismen des Eratosthenes besitzen, das hohe Alter, das man ihm so lange zugeschrieben (zwischen Autolycus von Pitane und Timocharis, also fast anderthalb Jahrhunderte vor Hipparch); so besäßen wir in der Astronomie der Griechen eine Grenze für die Zeit, wo die Fixsterne noch nicht nach relativen Größen gereihet waren. Es wird in den Catasterismen bei der Aufzählung der Gestirne, welche jedem einzelnen Sternbilde zukommen, oft der Zahl der in ihnen leuchtendsten und größten, oder der dunkeln, wenig erkennbaren, gedacht;[61] aber keiner relativen Beziehung der Angaben von einem Sternbilde zum anderen. Die Catasterismen sind nach Bernhardy, Baehr und Letronne mehr als zwei Jahrhunderte neuer als der Catalog des Hipparchus: eine unfleißige Compilation, ein Excerpt aus dem, dem Julius Hyginus zugeschriebenen Poeticum astronomicum, wenn nicht aus dem Gedichte Ἑρμῆς des alten Eratosthenes. Jener Catalog des Hipparchus, welchen wir in der Form besitzen, die ihm im Almageſt gegeben ist, enthält die erste und wichtige Bestimmung der Größenclassen (Helligkeits-Abstufungen) von 1022 Sternen, also ungefähr von 1/5 aller am ganzen Himmel mit bloßen Augen sichtbaren Sterne zwischen 1ter und 6ter Größe, letztere mit eingeschlossen. Ob die Schätzungen von Hipparchus allein herrühren, ob sie nicht vielmehr theilweise den Beobachtungen des Timocharis oder Aristyllus angehören, welche von Hipparchus so oft benutzt wurden; bleibt ungewiß.

Dieſe Arbeit iſt die wichtige Grundlage geweſen, auf welcher die Araber und das ganze Mittelalter fortgebauet; ja die bis in das 19te Jahrhundert übergegangene Gewohnheit, die Zahl der Sterne erſter Größe auf 15 zu beſchränken (Mädler zählt deren 18, Rümker nach ſorgfältigerer Erforſchung des ſüdlichen Himmels über 20), ſtammt aus der Claſſification des Almageſt am Schluß der Sterntafel des achten Buches her. Ptolemäus, auf das natürliche Sehen angewieſen, nannte dunkle Sterne alle, welche ſchwächer als ſeine 6te Claſſe leuchten; von dieſer Claſſe führt er ſonderbarerweiſe nur 49 auf, faſt gleichartig unter beide Hemiſphären vertheilt. Erinnert man ſich, daß das Verzeichniß ohngefähr den fünften Theil aller dem bloßen Auge ſichtbaren Fixſterne aufführt, ſo hätte daſſelbe, nach Argelander's Unterſuchungen, 640 Sterne 6ter Größe geben ſollen. Die Nebelſterne (νεφελοειδεῖς) des Ptolemäus und der Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes ſind meiſt kleine Sternſchwärme [62], welche bei der reineren Luft des ſüdlichen Himmels als Nebelflecke erſcheinen. Ich gründe dieſe Vermuthung beſonders auf die Angabe eines Nebels an der rechten Hand des Perſeus. Galilei, der ſo wenig als die griechiſchen und arabiſchen Aſtronomen den dem bloßen Auge ſichtbaren Nebelfleck der Andromeda kannte, ſagt im Nuncius sidereus ſelbſt, daß stellae nebulosae nichts anderes ſind als Sternhaufen, die wie areolae sparsim per aethera fulgent. [63] Das Wort Größenordnung (τῶν μεγάλων τάξις), obgleich auf den Glanz beſchränkt, hat doch ſchon im 9ten Jahrhunderte zu Hypotheſen über die Durchmeſſer der Sterne verſchiedener Helligkeit geführt [64]: als hinge die Intenſität des Lichts nicht zugleich von der Entfernung,

dem Volum, der Masse und der eigenthümlichen, den Lichtproceß begünstigenden, Beschaffenheit der Oberfläche eines Weltkörpers ab.

Zur Zeit der mongolischen Obergewalt, als im 15ten Jahrhundert unter dem Timuriden Ulugh Beig die Astronomie in Samarkand in größter Blüthe war, erhielten photometrische Bestimmungen dadurch einen Zuwachs, daß jede der 6 Classen der hipparchischen und ptolemäischen Sterngrößen in 3 Unterabtheilungen getheilt wurde; man unterschied kleine, mittlere und große Sterne der zweiten Größe: was an die Versuche zehntheiliger Abstufungen von Struve und Argelander erinnert [65]. In den Tafeln von Ulugh Beig wird dieser photometrische Fortschritt, die genauere Bestimmung der Lichthelligkeiten, dem Abdurrahman Sufi zugeschrieben, welcher ein eigenes Werk „von der Kenntniß der Fixen" herausgegeben hatte und zuerst der einen (Magellanischen) Lichtwolke unter dem Namen des Weißen Ochsen erwähnte. Seit der Einführung des telescopischen Sehens und seiner allmäligen Vervollkommnung wurden die Schätzungen der Lichtabstufung weit über die 6te Classe ausgedehnt. Das Bedürfniß, die im Schwan und im Ophiuchus neu erschienenen Sterne (der erstere blieb 21 Jahre lang leuchtend) in der Zunahme und Abnahme ihres Lichtes mit dem Glanze anderer Sterne zu vergleichen, reizte zu photometrischen Betrachtungen. Die sogenannten dunkeln Sterne des Ptolemäus (unter der 6ten Größe) erhielten numerische Benennungen relativer Licht-Intensität. „Astronomen", sagt Sir John Herschel, „welche an den Gebrauch mächtiger, raumdurchdringender Fernröhre gewöhnt sind, verfolgen abwärts die Reihung

der Lichtschwäche von der 8ten bis zur 16ten Größe.“ [66] Aber bei so schwachem Lichtglanze sind die Benennungen der Größenclassen theilweise sehr unbestimmt, da Struve bisweilen zur 12ten bis 13ten Größe zählt, was John Herschel 18ter bis 20ter nennt.

Es ist hier nicht der Ort die sehr ungleichartigen Methoden zu prüfen, welche in anderthalb Jahrhunderten, von Auzout und Huygens bis Bouguer und Lambert, von William Herschel, Rumford und Wollaston bis Steinheil und John Herschel, zu Lichtmessungen angewandt worden sind. Es genügt nach dem Zweck dieses Werkes die Methoden übersichtlich zu nennen. Sie waren: Vergleichung mit den Schatten künstlicher Lichter, in Zahl und Entfernung verschieden; Diaphragmen; Plangläser von verschiedener Dicke und Farbe; künstliche Sterne, durch Reflex auf Glaskugeln gebildet; Nebeneinander-Stellung von zwei siebenfüßigen Teleskopen, bei denen man fast in einer Secunde von einem zum anderen gelangen konnte; Reflexions-Instrumente, in welchen man zwei zu vergleichende Sterne zugleich sieht, nachdem das Fernrohr vorher so gestellt worden ist, daß der unmittelbar gesehene Stern zwei Bilder von gleicher Intensität gegeben hat [67]; Apparate mit einem vor dem Objectiv angebrachten Spiegel und mit Objectiv-Blendungen, deren Drehung auf einem Ringe gemessen wird; Fernröhre mit getheilten Objectiven, deren jede Hälfte das Sternlicht durch ein Prisma erhält; Astrometer [68], in welchen ein Prisma das Bild des Mondes oder des Jupiter reflectirt, und durch eine Linse in verschiedenen Entfernungen das Bild zu einem lichtvolleren oder lichtschwächeren Stern concentrirt wird. Der geistreiche Astronom, welcher in der

neueſten Zeit in beiden Hemiſphären ſich am eifrigſten mit der numeriſchen Beſtimmung der Lichtſtärke beſchäftigt hat, Sir John Herſchel, geſteht doch nach vollbrachter Arbeit ſelbſt, daß die praktiſche Anwendung genauer photometriſcher Methoden noch immer als „ein Deſideratum der Aſtronomie" betrachtet werden müſſe, daß „die Lichtmeſſung in der Kindheit liege". Das zunehmende Intereſſe für die veränderlichen Sterne, und eine neue Himmelsbegebenheit, die außerordentliche Lichtzunahme eines Sternes im Schiffe Argo im Jahre 1837, haben das Bedürfniß ſicherer Lichtbeſtimmungen jetzt mehr als je fühlen laſſen.

Es iſt weſentlich zu unterſcheiden zwiſchen der bloßen Reihung der Geſtirne nach ihrem Glanze, ohne numeriſche Schätzungen der Intenſität des Lichtes (eine ſolche Reihung enthält Sir John Herſchel's wiſſenſchaftliches Handbuch für Seefahrer); und zwiſchen Claſſificationen mit zugefügten Zahlen, welche die Intenſität unter der Form ſogenannter Größen-Verhältniſſe oder durch die gewagteren Angaben der Quantitäten des ausgeſtrahlten Lichtes ausdrücken.[69] Die erſte Zahlenreihe, auf Schätzungen mit dem bloßen Auge gegründet, aber durch ſinnreiche Bearbeitung des Stoffes[70] vervollkommnet, verdient unter den approximativen Methoden in dem gegenwärtigen ſo unvollkommenen Zuſtande der photometriſchen Apparate wahrſcheinlich den Vorzug: ſo ſehr auch bei ihr durch die Individualität des Beobachters, die Heiterkeit der Luft, die verſchiedene Höhe weit von einander entfernter und nur vermöge vieler Mittelglieder zu vergleichender Sterne, vor allem aber durch die ungleiche Färbung des Lichtes die Genauigkeit der Schätzungen gefährdet wird. Sehr glänzende Sterne erſter Größe:

Sirius und Canopus, α Centauri und Achernar, Deneb und Wega, ſind ſchon, bei weißem Lichte, weit ſchwieriger durch Schätzung des bloßen Auges mit einander zu vergleichen als ſchwächere Sterne unter der 6ten und 7ten Größe. Die Schwierigkeit der Vergleichung nimmt bei Sternen ſehr intenſiven Lichtes aber noch zu, wenn gelbe Sterne, Procyon, Capella oder Atair, mit röthlichen, wie Aldebaran, Arctur und Beteigeuze, verglichen werden ſollen.[71]

Mittelſt einer photometriſchen Vergleichung des Mondes mit dem Doppelſterne α Centauri des ſüdlichen Himmels, dem dritten aller Sterne an Lichtſtärke, hat Sir John Herſchel es verſucht das Verhältniß zwiſchen der Intenſität des Sonnenlichts und dem Lichte eines Sternes 1ter Größe zu beſtimmen; es wurde dadurch (wie früher durch Wollaſton) ein Wunſch erfüllt, den John Michell[72] ſchon 1767 ausgeſprochen hatte. Nach dem Mittel aus 11 Meſſungen, mit einem prismatiſchen Apparate veranſtaltet, fand Sir John Herſchel den Vollmond 27408mal heller als α Centauri. Nun iſt nach Wollaſton[73] die Sonne 801072mal lichtſtärker als der Vollmond; es folgt alſo daraus, daß das Licht, welches uns die Sonne zuſendet, ſich zu dem Lichte, das wir von α Centauri empfangen, ohngefähr verhält wie 22000 Millionen zu 1. Es iſt demnach ſehr wahrſcheinlich, wenn man nach ſeiner Parallaxe die Entfernung des Sternes in Anſchlag bringt, daß deſſen innere (abſolute) Leuchtkraft die unſerer Sonne $2^{3}/_{10}$mal überſteigt. Die Helligkeit von Sirius hat Wollaſton 20000 Millionen Male ſchwächer gefunden als die der Sonne. Nach dem, was man jetzt von der Parallaxe des Sirius zu wiſſen glaubt (0″,230), überträfe aber ſeine wirkliche (abſolute) Lichtſtärke die der Sonne

63mal.[74] Unſere Sonne gehörte alſo durch die Intenſität ihrer Lichtproceſſe zu den ſchwachen Fixſternen. Sir John Herſchel ſchätzt die Lichtſtärke des Sirius gleich dem Lichte von faſt zweihundert Sternen 6ter Größe. Da es nach Analogie der ſchon eingeſammelten Erfahrungen ſehr wahrſcheinlich iſt, daß alle Weltkörper, wenn auch nur in ſehr langen und ungemeſſenen Perioden, veränderlich ſind im Raume wie in der Lichtſtärke; ſo erſcheint, bei der Abhängigkeit alles organiſchen Lebens von der Temperatur und Lichtſtärke der Sonne, die Vervollkommnung der Photometrie wie ein großer und ernſter Zweck wiſſenſchaftlicher Unterſuchung. Dieſe Vervollkommnung allein kann die Möglichkeit darbieten künftigen Geſchlechtern numeriſche Beſtimmungen zu hinterlaſſen über den Lichtzuſtand des Firmaments. Viele geognoſtiſche Erſcheinungen, welche ſich beziehen auf die thermiſche Geſchichte unſeres Luftkreiſes, auf ehemalige Verbreitung von Pflanzen- und Thierarten, werden dadurch erläutert werden. Auch waren ſolche Betrachtungen ſchon vor mehr als einem halben Jahrhunderte dem großen Forſcher William Herſchel nicht entgangen, welcher, ehe noch der enge Zuſammenhang von Electricität und Magnetismus entdeckt war, die ewig leuchtenden Wolkenhüllen des Sonnenkörpers mit dem Polarlichte des Erdballes verglich.[75]

Das vielverſprechendſte Mittel directer Meſſung der Lichtſtärke hat Arago in dem Complementar-Zuſtande der durch Transmiſſion und Reflexion geſehenen Farbenringe erkannt. Ich gebe in einer Anmerkung[76] mit den eigenen Worten meines Freundes die Angabe ſeiner photometriſchen Methode, der er auch den optiſchen Grundſatz, auf welchem ſein Cyanometer beruht, beigefügt hat.

Die ſogenannten Größen-Verhältniſſe der Fixſterne, welche jetzt unſere Cataloge und Sternkarten angeben, führen zum Theil als gleichzeitig auf, was bei den kosmiſchen Lichtveränderungen ſehr verſchiedenen Zeiten zugehört. Ein ſicheres Kennzeichen ſolcher Lichtveränderungen iſt aber nicht immer, wie lange angenommen worden iſt, die Reihenfolge der Buchſtaben, welche in der ſeit dem Anfang des 17ten Jahrhunderts ſo viel gebrauchten **Uranometria Bayeri** den Sternen beigefügt ſind. Argelander hat glücklich erwieſen, daß man von dem alphabetiſchen Vorrange nicht auf die relative Helligkeit ſchließen kann, und daß Bayer in der Wahl der Buchſtaben ſich von der Geſtalt und Richtung der Sternbilder habe leiten laſſen. [77]

Anmerkungen.

[1] (S. 60.) Kosmos Bd. II. S. 355—373 und 507—515.

[2] (S. 60.) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne T. II. p. 255, 269 und 272. Morin ſagt ſelbſt in ſeiner 1634 erſchienenen Scientia longitudinum: applicatio tubi optici ad alhidadam pro stellis fixis prompte et accurate mensurandis a me excogitata est. Picard bediente ſich noch bis 1667 keines Fernrohrs am Mauerquadranten; und Hevelius, als ihn Halley 1679 in Danzig beſuchte und die Genauigkeit ſeiner Höhenmeſſungen bewunderte (Baily, Catal. of stars p. 38), beobachtete durch vervollkommnete Spaltöffnungen.

[3] (S. 61.) Der unglückliche, lang verkannte Gascoigne fand, kaum 23 Jahr alt, den Tod in der Schlacht bei Marſton Moor, die Cromwell den königlichen Truppen lieferte (ſ. Derham in den Philos. Transact. Vol. XXX. for 1717—1719 p. 603—610). Ihm gehört, was man lange Picard und Auzout zugeſchrieben und was der beobachtenden Aſtronomie, deren Hauptgegenſtand es iſt Orte am Himmelsgewölbe zu beſtimmen, einen vorher unerreichten Aufſchwung gegeben hat.

[4] (S. 61.) Kosmos Bd. II. S. 209.

[5] (S. 62.) Die Stelle, in welcher Strabo (lib. III p. 138 Caſaub.) die Anſicht des Poſidonius zu widerlegen ſucht, lautet nach den Handſchriften alſo: „Das Bild der Sonne vergrößere ſich auf den Meeren, eben ſo wohl beim Aufgang als beim Untergang, weil da in größerem Maaße die Ausdünſtungen aus dem feuchten Element aufſteigen; denn das Auge, wenn es durch die Ausdünſtungen ſehe, empfange, wie wenn es durch Röhren ſieht, gebrochen die Bilder in erweiterter Geſtalt; und daſſelbe geſchehe, wenn es durch eine trockne und dünne Wolke Sonne und Mond im Untergehen ſehe, in welchem Falle denn auch das Geſtirn röthlich erſcheine.“ Man hat dieſe Stelle noch ganz neuerdings für corrumpirt gehalten (Kramer in Strabonis

Geogr. 1844 Vol. I. p. 211) und ſtatt δι' αὐλῶν: δι' ὑάλων (durch Glaskugeln) leſen wollen (Schneider, Eclog. phys. Vol. II. p. 273). Die vergrößernde Kraft der hohlen gläſernen, mit Waſſer gefüllten Kugeln (Seneca I, 6) war den Alten allerdings ſo bekannt als die Wirkungen der Brenngläſer oder Brennkryſtalle (Ariſtoph. Nub. v. 765) und des Neroniſchen Smaragds (Plin. XXXVII, 5); aber zu aſtronomiſchen Meßinſtrumenten konnten jene Kugeln gewiß nicht dienen. (Vergl. Kosmos Bd. II. S. 464 Note 44.) Sonnenhöhen, durch dünne, lichte Wolken oder durch vulkaniſche Dämpfe genommen, zeigen keine Spur vom Einfluß der Refraction (Humboldt, Recueil d'Observ. astr. Vol. I. p. 123). Obriſt Baeyer hat bei vorbeiziehenden Nebelſtreifen, ja bei gefliſſentlich erregten Dämpfen keine Angular-Veränderung des Heliotrop-Lichts gefunden und alſo Arago's Verſuche völlig beſtätigt. Peters in Pulkowa, indem er Gruppen von Sternhöhen, bei heiterem Himmel und durch lichte Wolken gemeſſen, vergleicht, findet keinen Unterſchied, der 0″,017 erreicht. S. deſſen Recherches sur la Parallaxe des étoiles 1848 p. 80 und 140—143; Struve, Études stellaires p. 98. — Ueber die Anwendung der Röhren beim Abſehen in den arabiſchen Inſtrumenten ſ. Jourdain sur l'Observatoire de Meragah p. 27 und A. Sédillot, Mém. sur les Instruments astronomiques des Arabes 1841 p. 198. Arabiſche Aſtronomen haben auch das Verdienſt, zuerſt große Gnomonen mit kleiner circularer Oeffnung eingeführt zu haben. In dem coloſſalen Sextanten von Abu Mohammed al-Chokandi erhielt der von 5 zu 5 Minuten eingetheilte Bogen das Bild der Sonne ſelbſt. »A midi les rayons du Soleil passaient par une ouverture pratiquée dans la voûte de l'Observatoire qui couvrait l'instrument, suivaient le tuyau et formaient sur la concavité du Sextant une image circulaire, dont le centre donnait, sur l'arc gradué, le complément de la hauteur du soleil. Cet instrument ne diffère de notre Mural qu'en ce qu'il était garni d'un simple tuyau au lieu d'une lunette.« Sédillot p. 37, 202 und 205. Die durchlöcherten Abſeher (Dioptern, pinnulae) wurden bei den Griechen und Arabern zu Beſtimmung des Monddurchmeſſers dergeſtalt gebraucht, daß die circulare Oeffnung in der beweglichen Objectiv-Diopter größer als die der feſt ſtehenden Ocular-Diopter war, und erſtere ſo lange verſchoben ward, bis die Mond-

ſcheibe, durch die Ocular-Oeffnung geſehen, die Objectiv-Oeffnung ausfüllte. Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 201 und Sédillot p. 198. Die Abſeher mit runden oder Spalt-Oeffnungen des Archimedes, welcher ſich der Schatten-Richtung von zwei kleinen, an derſelben Alhidade befeſtigten Cylinder bediente, ſcheinen eine erſt von Hipparch eingeführte Vorrichtung zu ſein (Bailly, Hist. de l'Astr. mod. 2de éd. 1785 T. I. p. 480). Vergl. auch: Theon Alexandrin. Bas. 1538 p. 257 und 262; les Hypotyp. de Proclus Diadochus, ed. Halma 1820 p. 107 und 110; und Ptolem. Almag. ed. Halma T. I. Par. 1813 p. LVII.

[6] (S. 62.) Nach Arago; ſ. Moigno, Répert. d'Optique moderne 1847 p. 153.

[7] (S. 63.) Vergl. über das Verhalten der dunkeln Streifen des Sonnenbildes im Daguerreotype die Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences T. XIV. 1842 p. 902 bis 904 und T. XVI. 1843 p. 402—407.

[8] (S. 64.) Kosmos Bd. II. S. 370.

[9] (S. 64.) Für die wichtige Unterſcheidung des eigenen und reflectirten Lichtes kann hier als Beiſpiel angeführt werden Arago's Unterſuchung des Cometenlichtes. Durch Anwendung der von ihm 1811 entdeckten chromatiſchen Polariſation bewies die Erzeugung von Complementar-Farben, roth und grün, daß in dem Lichte des Halley'ſchen Cometen (1835) reflectirtes Sonnenlicht enthalten ſei. Den früheren Verſuchen, mittelſt gleicher und ungleicher Intenſität der Bilder im Polariſcop das eigene Licht der Capella mit dem des plötzlich (Anfang Juli 1819) aus den Sonnenſtrahlen heraustretenden glanzvollen Cometen zu vergleichen, habe ich ſelbſt beigewohnt. (Annuaire du Bureau des Long. pour 1836 p. 232, Kosmos Bd. I. S. 111 und 392, Beſſel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.)

[10] (S. 64.) Lettre de M. Arago à M. Alexandre de Humboldt 1840 p. 37: »A l'aide d'un polariscope de mon invention, je reconnus (avant 1820), que la lumière de tous les corps terrestres incandescents, *solides* ou *liquides*, est de la lumière naturelle, tant qu'elle émane du corps sous des incidences perpendiculaires. La lumière, au contraire, qui sort de la surface incandescente sous un angle aigu, offre des marques

manifestes de polarisation. Je ne m'arrête pas à te rappeler ici, comment je déduisis de ce fait la conséquence curieuse que la lumière ne s'engendre pas seulement à la surface des corps; qu'une portion naît *dans leur substance même*, cette substance fût-elle du platine. J'ai seulement besoin de dire qu'en répétant la même série d'épreuves et avec les mêmes instruments sur la lumière que lance une substance *gazeuse* enflammée, on ne lui trouve, *sous quelque inclinaison que ce soit*, aucun des caractères de la *lumière polarisée*; que la lumière des gaz, prise à la sortie de la surface enflammée, est de la lumière naturelle, ce qui n'empêche pas qu'elle ne se polarise ensuite complètement si on la soumet à des réflexions ou à des réfractions convenables. De là une méthode très simple pour découvrir à 40 millions de lieues de distance la nature du Soleil. La lumière provenant *du bord de cet astre*, la lumière émanée de la matière solaire *sous un angle aigu*, et nous arrivant sans avoir éprouvé en route des réflexions ou des réfractions sensibles, offre-t-elle des traces de polarisation, le Soleil est un corps *solide* ou *liquide*. S'il n'y a, au contraire, aucun indice de polarisation dans la lumière du bord, la *partie incandescente* du Soleil *est gazeuse*. C'est par cet enchaînement méthodique d'observations qu'on peut arriver à des notions exactes sur la constitution physique du Soleil.« (Ueber die Umhüllungen der Sonne ſ. Arago im Annuaire pour 1846 p. 464.) Alle umſtändlichen optiſchen Erörterungen, die ich den gedruckten oder handſchriftlichen Abhandlungen meines Freundes entlehne, gebe ich mit ſeinen eigenen Worten wieder, um Mißdeutungen zu vermeiden, welche bei dem Zurücküberſetzen in die franzöſiſche Sprache oder in viele andere Sprachen, in denen der Kosmos erſcheint, durch das Schwankende der wiſſenſchaftlichen Terminologie entſtehen könnten.

[11] (S. 64.) Sur l'effet d'une lame de tourmaline taillée parallèlement aux arêtes du prisme servant, lorsqu'elle est convenablement située, à éliminer en totalité les rayons réfléchis par la surface de la mer et mêlés à la lumière provenant de l'écueil. S. Arago, Instructions de la Bonite in dem Annuaire pour 1836 p. 339—343.

[12] (S. 64.) De la possibilité de déterminer les pouvoirs réfringents des corps d'après leur composition chimique (angewandt

auf das Verhältniß des Sauerſtoffs zum Stickſtoff in der atmoſphäriſchen Luft, auf den Waſſerſtoff-Gehalt im Ammoniak und im Waſſer, auf die Kohlenſäure, den Alkohol und den Diamant) ſ. Biot et Arago, Mémoire sur les affinités des corps pour la lumière, März 1806; auch Mémoires mathém. et phys. de l'Institut T. VII. p. 327—346 und mein Mémoire sur les réfractions astronomiques dans la zone torride in dem Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 115 und 122.

[13] (S. 64.) Expériences de Mr. Arago sur la puissance réfractive des corps diaphanes (de l'air sec et de l'air humide) par le déplacement des franges in Moigno, Répertoire d'Optique mod. 1847 p. 159—162.

[14] (S. 65.) Um die Behauptung des Aratus, daß in den Plejaden nur ſechs Sterne ſichtbar ſind, zu widerlegen, ſagt Hipparch (ad Arati Phaen. I pag. 190 in Uranologio Petavii): „Dem Aratus iſt ein Stern entgangen. Denn wenn man in einer heiteren und mondloſen Nacht ſein Auge auf die Conſtellation ſcharf heftet, ſo erſcheinen in derſelben ſieben Sterne: daher es wunderſam ſcheinen kann, daß Attalus bei ſeiner Beſchreibung der Plejaden ihm (dem Aratus) auch dieſes Verſehen hat durchgehen laſſen, als ſei deſſen Angabe in der Ordnung.“ Merope wird in den dem Eratoſthenes zugeſchriebenen Cataſterismen (XXIII) die unſichtbare, παναφανής, genannt. Ueber einen muthmaßlichen Zuſammenhang des Namens der Verſchleierten (Tochter des Atlas) mit geographiſchen Mythen in der Meropis des Theopompus, wie mit dem großen ſaturniſchen Continent des Plutarch und der Atlantis ſ. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. 170. Vergl. auch Ideler, Unterſuchungen über den Urſprung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. 145, und in Hinſicht aſtronomiſcher Ortsbeſtimmung Mädler, Unterſuch. über die Fixſtern-Syſteme Th. II. 1848 S. 36 und 166, wie Baily in den Mem. of the Astr. Soc. Vol. XIII. p. 33.

[15] (S. 66.) Ideler, Sternnamen S. 19 und 25. — »On observe«, ſagt Arago, »qu'une lumière forte fait disparaître une lumière faible placée dans le voisinage. Quelle peut en être la cause? Il est possible physiologiquement que l'ébranlement communiqué à la rétine par la lumière forte s'étend au delà des

points que la lumière forte a frappés, et que [illegible]
secondaire absorbe et neutralise en quelque sorte l'ébranlement
provenant de la seconde et faible lumière. Mais sans entrer dans
ces causes physiologiques, il y a une cause directe qu'on peut
indiquer pour la disparition de la faible lumière: c'est que les
rayons provenant de la grande n'ont pas seulement formé une
image nette sur la rétine, mais se sont dispersés aussi sur tou-
tes les parties de cet organe à cause des imperfections de trans-
parence de la cornée. — Les rayons du corps plus brillant *a* en
traversant la cornée se comportent comme en traversant un corps
légèrement dépoli. Une partie de ces rayons réfractés régulière-
ment forme l'image même de *a*, l'autre partie *dispersée* éclaire
la totalité de la rétine. C'est donc sur ce fond lumineux que
se projette l'image de l'objet voisin *b*. Cette dernière image
doit donc ou disparaître ou être affaiblie. De jour deux causes
contribuent à l'affaiblissement des étoiles. L'une de ces causes
c'est l'image distincte de cette portion de l'atmosphère comprise
dans la direction de l'étoile (de la portion aérienne placée entre
l'oeil et l'étoile) et sur laquelle l'image de l'étoile vient de se
peindre; l'autre cause c'est la lumière diffuse provenant de la
dispersion que les défauts de la cornée impriment aux rayons
émanants de tous les points de l'atmosphère visible. *De nuit* les
couches atmosphériques interposées entre l'oeil et l'étoile ver
laquelle on vise, n'agissent pas; chaque étoile du firmamen
forme une image plus nette, mais une partie de leur lumière
trouve dispersée à cause du manque de diaphanité de la corné
Le même raisonnement s'applique à une deuxième, troisièr
..... millième étoile. La rétine se trouve donc éclairée en to
lité par une lumière diffuse, proportionnelle au nombre de
étoiles et à leur éclat. On conçoit par-là que cette somme
lumière diffuse affaiblisse ou fasse entièrement disparaître l'im
de l'étoile vers laquelle on dirige la vue.« (Arago, h
ſchriftliche Aufſätze vom Jahr 1847.)

[illegible] (S. 67.) Arago im Annuaire pour 1842 p. 284 und i
Comptes rendus T. XV. 1842 p. 750 (Schum. Aſtr. N
No. 702). „In Bezug auf Ihre Vermuthungen über die Si
keit der Jupitersſtrabanten", ſchreibt mir Herr Dr. Galle, „h
einige Schätzungen der Größe angeſtellt, jedoch gegen mein

Erwarten gefunden, daß dieſelben nicht 5ter Größe, ſondern höchſtens 6ter oder nur 7ter Größe ſind. Bloß der hellſte, dritte Trabant zeigte ſich einem benachbarten Sterne 6ter Größe (den ich in einiger Entfernung vom Jupiter nur eben mit unbewaffnetem Auge erkennen konnte) etwa gleich: ſo daß, mit Rückſicht auf den Schein des Jupiter, dieſer Trabant vielleicht 5ter bis 6ter Größe geſchätzt werden könnte, wenn er iſolirt ſtände. Der 4te Trabant befand ſich in ſeiner größten Elongation; ich konnte ihn aber nur 7ter Größe ſchätzen. Die Strahlen des Jupiter würden die Sichtbarkeit dieſes Trabanten nicht hindern, wenn derſelbe heller wäre. Nach Vergleichungen des Aldebaran mit dem benachbarten, deutlich als doppelt erkennbaren Stern ϑ Tauri (mit $5'/_2$ Minute Diſtanz) ſchätze ich für ein gewöhnliches Auge die Strahlung des Jupiters auf mindeſtens 5 bis 6 Minuten." Dieſe Schätzungen ſtimmen mit denen von Arago überein; dieſer glaubt ſogar, daß die falſchen Strahlen bei einigen Perſonen das Doppelte betragen. Die mittleren Entfernungen der 4 Trabanten vom Centrum des Hauptplaneten ſind bekanntlich $1'\,51''$, $2'\,57''$, $4'\,42''$ und $8'\,16''$. »Si nous supposons que l'image de Jupiter, dans certains yeux exceptionnels, s'épanouisse seulement par des rayons d'une ou deux minutes d'amplitude, il ne semblera pas impossible que les satellites soient de tems en tems aperçus, sans avoir besoin de recourir à l'artifice de l'amplification. Pour vérifier cette conjecture, j'ai fait construire une petite lunette dans laquelle l'objectif et l'oculaire ont à peu près le même foyer, et qui dès lors *ne grossit point*. Cette lunette ne détruit pas entièrement les rayons divergents, mais elle en réduit considérablement la longueur. Cela a suffi pour qu'un Satellite convenablement écarté de la planète, soit devenu visible. Le fait a été constaté par tous les jeunes astronomes de l'Observatoire.« Arago in den Comptes rendus T. XV. (1842) p. 751. — Als ein merkwürdiges Beiſpiel der Scharfſichtigkeit und großen Senſibilität der Netzhaut einzelner Individuen, welche mit unbewaffnetem Auge Jupitertrabanten ſehen, kann ein 1837 in Breslau verſtorbener Schneidermeiſter Schön angeführt werden, über den mir der gelehrte und thätige Director der dortigen Sternwarte, Herr von Boguslawski, intereſſante Mittheilungen gemacht hat. „Nachdem man ſich mehrfach ſeit 1820 durch ernſte Prüfung überzeugt hatte, daß in heiteren, mondloſen Nächten Schön die

Stellung von Jupiterstrabanten, ſelbſt von mehreren zugleich, richtig angab, und man ihm von den Ausſtrahlungen und Sternſchwänzen ſprach, die Andere zu hindern ſchienen ein Gleiches zu thun; äußerte Schön ſeine Verwunderung über jene hindernden Ausſtrahlungen. Aus den lebhaft geführten Debatten zwiſchen ihm und den Umſtehenden über die Schwierigkeit des Sehens der Trabanten mit bloßem Auge mußte der Schluß gezogen werden, dem Schön ſeien Planeten und Fixſterne immer frei von Strahlen, wie leuchtende Punkte, erſchienen. Am beſten ſah er den dritten Trabanten: auch wohl den erſten, wenn er gerade in der größten Digreſſion war; nie aber ſah er den zweiten und vierten allein. Bei nicht ganz günſtiger Luft erſchienen ihm die Trabanten bloß als ſchwache Lichtſtreifen. Kleine Fixſterne, vielleicht wegen des funkelnden, minder ruhigen Lichtes, verwechſelte er bei den Verſuchen nie mit Trabanten. Einige Jahre vor ſeinem Tode klagte mir Schön, daß ſeine alternden Augen nicht mehr bis zu den Jupitersmonden reichten, und daß ſie jetzt auch bei heiterer Luft ihm einzelv nur ihre Stelle als lichte ſchwache Striche bezeichneten." Die eben erwähnten Verſuche ſtimmen ganz mit dem, was längſt über die relative Helligkeit der Jupiterstrabanten bekannt iſt; denn Helligkeit und Qualität des Lichtes wirken bei Individuen von ſo großer Vollkommenheit und Senſibilität des Organs wahrſcheinlich mehr als Abſtand vom Hauptplaneten. Schön ſah nie den 2ten und 4ten Trabanten. Jener iſt der kleinſte von allen; dieſer nach dem 3ten allerdings der größte und fernſte, aber periodiſch von dunkler Färbung und gewöhnlich der lichtſchwächſte unter den Trabanten. Von dem 3ten und 1ten, die am beſten und häufigſten mit unbewaffnetem Auge geſehen wurden, iſt jener, der größte aller, in der Regel der hellſte, und von ſehr entſchieden gelber Farbe; dieſer, der 1te, übertrifft bisweilen in der Intenſität ſeines hellgelben Lichtes den Glanz des 3ten und viel größeren. (Mädler, Aſtron. 1846 S. 231—234 und 439.) Wie durch eigene Brechungs-Verhältniſſe im Sehorgan entfernte leuchtende Punkte als lichte Streifen erſcheinen können, zeigen Sturm und Airy in den Comptes rendus T. XX. p. 764—766.

[17] (S. 67.) »L'image *épanouie* d'une étoile de 7ème grandeur n'ébranle pas suffisamment la rétine: elle n'y fait pas naître une sensation appréciable de lumière. Si l'image *n'était point*

épanouie (par des rayons divergents), la sensation aurait plus de force, et l'étoile se verrait. La première classe d'étoiles invisibles à l'oeil nu ne serait plus alors la septième: pour la trouver, il faudrait peut-être descendre alors jusqu'à la 12e. Considérons un groupe d'étoiles de 7e grandeur tellement rapprochées les unes des autres que les intervalles échappent nécessairement à l'oeil. *Si la vision avait de la netteté*, si l'image de chaque étoile était très petite et bien terminée, l'observateur apercevrait un champ de lumière dont chaque point aurait l'*éclat concentré* d'une étoile de 7e grandeur. *L'éclat concentré* d'une étoile de 7e grandeur suffit à la vision à l'oeil nu. Le groupe serait donc visible à l'oeil nu. Dilatons maintenant sur la rétine l'image de chaque étoile du groupe; remplaçons chaque point de l'ancienne image générale par un petit cercle: ces cercles empiéteront les uns sur les autres, et les divers points de la rétine se trouveront éclairés par de la lumière venant simultanément de plusieurs étoiles. Pour peu qu'on y réfléchisse, il restera évident qu'excepté sur les bords de l'image générale, l'aire lumineuse ainsi éclairée a précisément, à cause de la superposition des cercles, la même intensité que dans le cas où chaque étoile n'éclaire qu'un seul point au fond de l'oeil; mais si chacun de ces points reçoit une lumière égale en intensité à la lumière concentrée d'une étoile de 7e grandeur, il est clair que l'épanouissement des images individuelles des étoiles contiguës ne doit pas empêcher la visibilité de l'ensemble. Les instruments télescopiques ont, quoiqu'à un beaucoup moindre degré, le défaut de donner aussi aux étoiles un *diamètre sensible et factice.* Avec ces instruments, comme à l'oeil nu, on doit donc apercevoir des groupes, composés d'étoiles inférieures en intensité à celles que les mêmes lunettes ou télescopes feraient apercevoir isolément.« Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 284.

[18] (S. 67.) Sir William Herſchel in den Philos. Transact. for 1803 Vol. 93. p. 225 und for 1805 Vol. 95. p. 184. Vergl. Arago im Annuaire pour 1842 p. 360—374.

[19] (S. 70.) Humboldt, Relation hist. du Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 92—97 und Bouguer, Traité d'Optique p. 360 und 365. (Vergl. auch Cap. Beechey im

Manual of scientific Enquiry forthe use of the R. Navy 1849 p. 71.)

[20] (S. 71.) Die von Buffon erwähnte Stelle des Ariſtoteles findet ſich in einem Buche, wo man ſie am wenigſten geſucht hätte: in dem de generat. animal. V, 1 p. 780 Bekker. Sie lautet genau überſetzt folgendermaßen: „Scharf ſehen heißt einerſeits vermögen fern zu ſehen, andererſeits die Unterſchiede des Geſehenen genau erkennen. Beides iſt nicht zugleich bei denſelben (Individuen) der Fall. Denn derjenige, welcher ſich die Hand über die Augen hält oder durch eine Röhre ſieht, iſt nicht mehr und nicht weniger im Stande die Unterſchiede der Farben zu ergründen, wird aber wohl die Gegenſtände in größerer Entfernung ſehen. So kommt es ja auch vor, daß die, welche in Erdgewölben und Ciſternen ſich befinden, von da aus bisweilen Sterne ſehen." Ὀρύγματα und beſonders ῥηάατα ſind unterirdiſche Ciſternen oder Quellgemächer, welche in Griechenland, wie als Augenzeuge Prof. Franz bemerkt, durch einen ſenkrechten Schacht mit Luft und Licht in Verbindung geſetzt ſind und ſich nach unten wie der Hals einer Flaſche erweitern. Plinius (lib. II cap. 14) ſagt: »Altitudo cogit minores videri stellas; affixas caelo Solis fulgor interdiu non cerni, quum aeque ac noctu luceant: idque manifestum fiat *defectu Solis et praealtis puteis.*« Cleomedes (Cycl. Theor. pag. 83 Bake) ſpricht nicht von bei Tage geſehenen Sternen, behauptet aber: „daß die Sonne, aus tiefen Ciſternen betrachtet, größer erſcheine wegen der Dunkelheit und feuchten Luft".

[21] (S. 71.) »We have ourselves heard it stated by a celebrated Optician, that the earliest circumstance which drew his attention to astronomy, was the regular appearance, at a certain hour, for several successive days, of a considerable star, through the shaft of a chimney.« John Herſchel, Outlines of Astr. § 61. Die Rauchfangkehrer, bei denen ich nachgeforſcht, berichten bloß, aber ziemlich gleichförmig: „daß ſie bei Tage nie Sterne geſehen, daß aber bei Nacht ihnen aus tiefen Röhren die Himmelsdecke ganz nahe und die Sterne wie vergrößert ſchienen." Ich enthalte mich aller Betrachtung über den Zuſammenhang beider Illuſionen.

[22] (S. 72.) Sauſſure, Voyage dans les Alpes (Neuchatel 1779. 4°) T. IV. § 2007 p. 199.

[23] (S. 72.) Humboldt, Essai sur la Géographie des Plantes p. 103. Vergl. auch mein Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 143 und 248.

[24] (S. 73.) Humboldt in Fr. v. Zach's monatlicher Correſpondenz zur Erd- und Himmels-Kunde Bd. I. 1800 S. 396; derſelbe im Voy. aux Régions équin. T. I. p. 125: »On croyoit voir de petites fusées lancées dans l'air. Des points lumineux, élevés de 7 à 8 degrés, paroissoient d'abord se mouvoir dans le sens vertical, mais puis se convertir en une véritable oscillation horizontale. Ces points lumineux étoient des images de plusieurs étoiles agrandies (en apparence) par les vapeurs et revenant au même point d'où elles étoient parties.«

[25] (S. 74.) Prinz Adalbert von Preußen, Aus meinem Tagebuche 1847 S. 213. Hängt die von mir beſchriebene Erſcheinung vielleicht mit der zuſammen, welche Carlini beim Durchgange des Polarſterns und deſſen Oſcillationen von 10—12 Secunden in dem ſtark vergrößernden Mailänder Mittags-Fernrohr beobachtet hat? (S. Zach, Correspondance astronomique et géogr. Vol. II. 1819 p. 84.) Brandes (Gehler's umgearb. phyſ. Wörterb. Bd. IV. S. 549) will ſie auf Luftſpiegelung (mirage) zurückführen. Auch das ſternartige Heliotrop-Licht ſah ein vortrefflicher und geübter Beobachter, Obriſt Baeyer, oft in horizontalem Hin- und Herſchwanken.

[26] (S. 77.) Das ausgezeichnete künſtleriſche Verdienſt von Conſtantin Huygens, welcher Secretär des Königs Wilhelm III war, iſt erſt neuerdings in das gehörige Licht geſetzt worden: durch Uytenbrock in der Oratio de fratribus Christiano atque Constantino Hugenio, artis dioptricae cultoribus, 1838; und von dem gelehrten Director der Leidener Sternwarte, Prof. Kaiſer, in Schumacher's Aſtron. Nachr. No. 592 S. 246.

[27] (S. 77.) Arago im Annuaire pour 1844 p. 381.

[28] (S. 78.) »Nous avons placé ces grands verres«, ſagt Dominique Caſſini, »tantôt sur un grand mât, tantôt sur la *tour de bois venue de Marly*; enfin nous les avons mis dans un tuyau monté sur un support en forme d'échelle à trois faces, ce qui a eu (dans la découverte des Satellites de Saturne) le succès que nous en avions espéré.« Delambre, Hist. de

l'Astr. moderne T. II. p. 785. Dieſe übermäßigen Längen der optiſchen Werkzeuge erinnern an die arabiſchen Meßinſtrumente, Quadranten von 180 Fuß Radius, in deren eingetheilten Bogen das Sonnenbild durch eine kleine runde Oeffnung gnomoniſch einfiel. Ein ſolcher Quadrant ſtand zu Samarkand: wahrſcheinlich dem früher conſtruirten Sextanten von 57 Fuß Höhe des Al-Chokandi nachgebildet. Vergl. Sédillot, Prolégomènes des Tables d'Oloug Beigh 1847 p. LVII und CXXIX.

[29] (S. 78.) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 594. Früher ſchon hatte der myſtiſche, aber in optiſchen Dingen ſehr erfahrene Capuciner-Mönch Schyrle von Rheita in ſeinem Oculus Enoch et Eliae (Antv. 1645) von der nahen Möglichkeit geſprochen ſich 4000malige Vergrößerungen der Fernröhre zu ſchaffen, um genaue Bergkarten des Mondes zu liefern. Vergl. oben Kosmos Bd. II. S. 511 Note 48.

[30] (S. 79.) Edinb. Encyclopedia Vol. XX. p. 479.

[31] (S. 79.) Struve, Études d'Astr. stellaire 1847 note 59 p. 24. Ich habe in dem Texte die Benennungen Herſchel'ſcher Spiegelteleſcope von 40, 20 und 7 engliſchen Fußen beibehalten, wenn ich auch ſonſt überall franzöſiſches Maaß anwende; ich thue dies hier nicht bloß, weil dieſe Benennungen bequemer ſind, ſondern hauptſächlich, weil ſie durch die großen Arbeiten des Vaters und des Sohnes in England und zu Feldhauſen am Vorgebirge der guten Hoffnung eine hiſtoriſche Weihe erhalten haben.

[32] (S. 80.) Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 371 und 611. Cauchois und Lerebours haben auch Objective von mehr als 12½ Par. Zoll und 23½ Fuß Focalweite geliefert.

[33] (S. 81.) Struve, Stellarum duplicium et multiplicium Mensurae micrometricae p. 2—41.

[34] (S. 81.) Herr Airy hat neuerlichſt die Fabrications-Methoden beider Teleſcope vergleichend beſchrieben: den Guß der Spiegel und die Metallmiſchung, die Vorrichtung zum Poliren, die Mittel der Aufſtellung; Abstr. of the Astr. Soc. Vol. IX. No. 5 (march 1849). Von dem Effect des ſechsfüßigen Metallſpiegels des Lord Roſſe heißt es dort (p. 120): »The Astronomer Royal (Mr. Airy) alluded to the impression made by the enormous light of the telescope: partly by the modifications produced in the appearances of nebulae already figured, partly by the great number

of stars seen even at a distance from the Milky Way, and partly from the prodigious brilliancy of *Saturn*. The account given by another astronomer of the appearance of *Jupiter* was, that it resembled a coach-lamp in the telescope; and this well expresses the blaze of light which is seen in the instrument.« Vergl. auch Sir John Herschel, Outl. of Astr. § 870: »The sublimity of the spectacle afforded by the magnificent reflecting telescope constructed by Lord Rosse of some of the larger globular clusters of nebulae is declared by all, who have witnessed it, to be such as no words can express. This telescope has resolved or rendered resolvable multitudes of nebulae which had resisted all inferior powers.«

[35] (S. 82.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 255.

[36] (S. 82.) Struve, Mens. microm. p. XLIV.

[37] (S. 83.) Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 100.

[38] (S. 83.) »La *lumière atmosphérique diffuse* ne peut s'expliquer par le reflet des rayons solaires sur la surface de séparation des couches de différentes densités dont on suppose l'atmosphère composée. En effet supposons le Soleil placé à l'horizon, les surfaces de séparation dans la direction du zénith seraient horizontales, par conséquent la réflexion serait horizontale aussi et nous ne verrions aucune lumière au zénith. Dans la supposition des couches aucun rayon ne nous arriverait par voie d'une première réflexion. Ce ne seraient que les réflexions multiples qui pourraient agir. Donc pour expliquer la *lumière diffuse*, il faut se figurer l'atmosphère composée de molécules (sphériques par exemple) dont chacune donne une image du soleil à peu près comme les boules de verre que nous plaçons dans nos jardins. L'air pur est bleu, parce que d'après Newton les molécules de l'air ont l'*épaisseur* qui convient à la réflexion des rayons bleus. Il est donc naturel que les petites images du soleil que de tous côtés réfléchissent les molécules sphériques de l'air et qui sont la lumière diffuse, aient une teinte bleue; mais ce bleu n'est pas du bleu pur, c'est un blanc dans lequel le bleu prédomine. Lorsque le ciel n'est pas dans toute sa pureté et que l'air est mêlé de vapeurs visibles, la lumière diffuse reçoit beaucoup de blanc. Comme la lune est jaune, le bleu de l'air

pendant la nuit est un peu verdâtre, c'est-à-dire mélangé de bleu et de jaune.« (Arago, Handschrift von 1847.)

[39] (S. 83.) D'un des effets des Lunettes sur la visibilité des étoiles. (Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt, en déc. 1847.)

»L'oeil n'est doué que d'une sensibilité circonscrite, bornée. Quand la lumière qui frappe la rétine, n'a pas assez d'intensité, l'oeil ne sent rien. C'est par un manque d'intensité que beaucoup d'*étoiles*, même dans les nuits les plus profondes, échappent à nos observations. Les lunettes ont pour effet, *quant aux étoiles*, d'augmenter l'intensité de l'image. Le faisceau cylindrique de rayons parallèles venant d'une étoile, qui s'appuie sur la surface de la lentille objective et qui a cette surface circulaire pour base, se trouve considérablement resserré à la sortie de la lentille oculaire. Le diamètre du premier cylindre est au diamètre du second, comme la distance focale de l'objectif est à la distance focale de l'oculaire, ou bien comme le diamètre de l'objectif est au diamètre *de la portion d'oculaire* qu'occupe le faisceau émergent. Les intensités de lumière dans les deûx cylindres en question (dans les deux cylindres incident et émergent) doivent être entr' elles comme les étendues superficielles des bases. Ainsi la lumière émergente sera plus condensée, *plus intense* que la lumière naturelle tombant sur l'objectif, dans le rapport de la surface de cet objectif à la surface circulaire de la base du faisceau émergent. Le faisceau *émergent*, *quand la lunette grossit*, étant plus étroit que le faisceau cylindrique qui tombe sur l'objectif, il est évident que la pupille, quelle que soit son ouverture, recueillera plus de rayons par l'intermédiaire de la lunette que sans elle. La lunette augmentera donc toujours l'intensité de la lumière *des étoiles*.«

»Le cas *le plus favorable*, quant à l'effet des lunettes, est évidemment celui où l'oeil reçoit la totalité du faisceau émergent, le cas où ce faisceau a moins de diamètre que la pupille. Alors *toute la lumière* que l'objectif embrasse, concourt, par l'entremise du télescope, à la formation de l'image. A l'oeil nu, au contraire, *une portion* seule de cette même lumière est mise à profit: c'est la petite portion que la surface de la pupille

découpe dans le faisceau incident naturel. L'intensité de l'image télescopique d'une *étoile* est donc à l'intensité de l'image à l'oeil nu, *comme la surface de l'objectif est à celle de la pupille.*«

»Ce qui précède, est relatif à la visibilité d'un seul point, d'une seule étoile. Venons à l'observation d'un objet ayant des dimensions angulaires sensibles, à l'observation d'une *planète.* Dans les cas les plus favorables, c'est-à-dire lorsque la pupille reçoit la totalité du pinceau émergent, l'intensité de l'image *de chaque point* de la planète se calculera par la proportion que nous venons de donner. La quantité *totale de lumière* concourant à former *l'ensemble* de l'image à l'oeil nu, sera donc aussi à la *quantité totale de lumière* qui forme l'image de la planète à l'aide d'une lunette, comme la surface de la pupille est à la surface de l'objectif. Les intensités comparatives, non plus de points isolés, mais des deux images d'une planète, qui se forment sur la rétine à l'oeil nu, et par l'intermédiaire d'une lunette, doivent évidemment *diminuer* proportionnellement aux *étendues superficielles* de ces deux images. Les dimensions *linéaires* des deux images sont entr' elles comme le diamètre de l'objectif est au diamètre du faisceau émergent. Le nombre de fois que la *surface* de l'image amplifiée surpasse la *surface* de l'image à l'oeil nu, s'obtiendra donc en divisant le carré du *diamètre* de *l'objectif* par le carré du *diamètre du faisceau émergent,* ou bien la *surface de l'objectif par la surface de la base circulaire du faisceau émergent.*«

»Nous avons déjà obtenu le rapport des *quantités totales de lumière* qui engendrent les deux images *d'une planète,* en divisant la surface de l'objectif *par la surface de la pupille.* Ce nombre est *plus petit* que le quotient auquel on arrive en divisant la *surface de l'objectif* par la *surface du faisceau émergent.* Il en résulte, quant aux planètes: qu'une lunette fait moins gagner en intensité de lumière, qu'elle ne fait perdre en agrandissant *la surface* des images sur la rétine; l'intensité de ces images doit donc aller continuellement en s'affaiblissant à mesure que le pouvoir amplificatif de la lunette ou du télescope s'accroît.«

»L'atmosphère peut être considérée comme une planète à dimensions indéfinies. La portion qu'on en verra dans une

lunette, subira donc aussi la *loi* d'affaiblissement que nous venons d'indiquer. Le *rapport* entre l'intensité de la lumière d'une *planète* et le champ de lumière atmosphérique à travers lequel on la verra, sera le même à l'oeil nu et dans les lunettes de tous les grossissements, de toutes les dimensions. Les lunettes, *sous le rapport de l'intensité*, ne favorisent donc pas la visibilité *des planètes*.«

»Il n'en est point ainsi des *étoiles*. L'intensité de l'image d'une étoile est plus forte avec une lunette qu'à l'oeil nu; au contraire, le champ de la vision, uniformément éclairé dans les deux cas par la lumière atmosphérique, est plus clair à l'oeil nu que dans la lunette. Il y a donc deux raisons, sans sortir des considérations d'intensité, pour que dans une lunette l'image de l'étoile prédomine sur celle de l'atmosphère, notablement plus qu'à l'oeil nu.«

»Cette prédominence doit aller graduellement en augmentant avec le grossissement. En effet, abstraction faite de certaine augmentation du diamètre de l'étoile, conséquence de divers effets de *diffraction* ou d'*interférences*, abstraction faite aussi d'une plus forte réflexion que la lumière subit sur les surfaces plus obliques des oculaires de très courts foyers, *l'intensité de la lumière de l'étoile est constante* tant que l'ouverture de l'objectif ne varie pas. Comme on l'a vu, la *clarté du champ* de la lunette, au contraire, *diminue sans cesse* à mesure que le pouvoir amplificatif s'accroît. Donc, toutes autres circonstances restant égales, une étoile sera d'autant plus visible, sa prédominence sur la lumière du champ du télescope sera d'autant plus tranchée qu'on fera usage d'un grossissement plus fort.« (Arago, Handſchrift von 1847.) — Ich füge noch hinzu aus dem Annuaire du Bureau des Long. pour 1846 (Notices scient. par Mr. Arago) p. 381: »L'expérience a montré que pour le commun des hommes, deux espaces éclairés et contigus ne se distinguent pas l'un de l'autre, à moins que leurs intensités comparatives ne présentent, au minimum, une différence de $^1/_{60}$. Quand une lunette est tournée vers le firmament, son champ semble uniformément éclairé: c'est qu'alors il existe, dans un plan passant par le foyer et perpendiculaire à l'axe de l'objectif, une *image indéfinie* de la région atmosphérique

vers laquelle la lunette est dirigée. Supposons qu'un astre, c'est-à-dire un objet situé bien au delà de l'atmosphère, se trouve dans la direction de la lunette: son image ne sera visible qu'autant qu'elle augmentera de $^1/_{60}$, au moins, l'intensité de la portion de l'image focale *indéfinie* de l'atmosphère, sur laquelle sa propre image *limitée* ira se placer. Sans cela, le champ visuel continuera à *paraître* partout de la même intensité.«

[40] (S. 85.) Die früheſte Bekanntmachung von Arago's Erklärung der Scintillation geſchah in dem Anhange zum 4ten Buche meines Voyage aux Régions équinoxiales T. I. p. 623. Ich freue mich, mit den hier folgenden Erläuterungen, welche ich aus den oben (Anm. 10) angegebenen Gründen wieder in dem Originaltexte abdrucken laſſe, den Abſchnitt über das natürliche und teleſcopiſche Sehen bereichern zu können.

Des causes de la Scintillation des étoiles.

»Ce qu'il y a de plus remarquable dans le phénomène de la scintillation, c'est le changement de couleur. Ce changement est beaucoup plus fréquent que l'observation ordinaire l'indique. En effet, en agitant la lunette, on transforme l'image dans une ligne ou un cercle, et tous les points de cette ligne ou de ce cercle paraissent de couleurs différentes. C'est la résultante de la superposition de toutes ces images que l'on voit, lorsqu'on laisse la lunette immobile. Les rayons qui se réunissent au foyer d'une lentille, vibrent d'accord ou en désaccord, s'ajoutent ou se détruisent, suivant que les couches qu'ils ont traversées, ont telle ou telle réfringence. L'ensemble des rayons rouges peut se détruire *seul*, si ceux de droite et de gauche et ceux de haut et de bas ont traversé des milieux inégalement réfringents. Nous avons dit *seul*, parce que la différence de réfringence qui correspond à la destruction du rayon rouge, n'est pas la même que celle qui amène la destruction du rayon vert, et réciproquement. Maintenant si des rayons rouges sont détruits, ce qui reste, sera le blanc moins le rouge, c'est-à-dire du vert. Si le vert au contraire est détruit par *interférence*, l'image sera du blanc moins le vert, c'est-à-dire du rouge. Pour expliquer pourquoi les planètes à grand diamètre ne scintillent pas ou très peu, il faut se rappeler que le disque peut être considéré comme une aggrégation d'étoiles ou de petits points qui scintillent

isolément; mais les images de différentes couleurs que chacun de ces points pris isolément donnerait, empiétant les unes sur les autres, formeraient du blanc. Lorsqu'on place un diaphragme ou un bouchon percé d'un trou sur l'objectif d'une lunette, les étoiles acquièrent un disque entouré d'une série d'anneaux lumineux. Si l'on enfonce l'oculaire, le disque de l'étoile augmente de diamètre, et il se produit dans son centre un trou obscur; si on l'enfonce davantage, un point lumineux se substitue au point noir. Un nouvel enfoncement donne naissance à un centre noir, etc. Prenons la lunette lorsque le centre de l'image est noir, et visons à une étoile qui ne scintille pas: le centre restera noir, comme il l'était auparavant. Si au contraire on dirige la lunette à une étoile qui scintille, on verra le centre de l'image lumineux et obscur par intermittence. Dans la position où le centre de l'image est occupé par un point lumineux, on verra ce point disparaître et renaître successivement. Cette disparition ou réapparition du point central est la preuve directe de l'*interférence* variable des rayons. Pour bien concevoir l'absence de lumière au centre de ces images dilatées, il faut se rappeler que les rayons régulièrement réfractés par l'objectif ne se réunissent et ne peuvent par conséquent *interférer* qu'au foyer: par conséquent les images dilatées que ces rayons peuvent produire, resteraient toujours pleines (sans trou). Si dans une certaine position de l'oculaire un trou se présente au centre de l'image, c'est que les rayons régulièrement réfractés *interfèrent* avec des rayons *diffractés* sur les bords du diaphragme circulaire. Le phénomène n'est pas constant, parce que les rayons qui interfèrent dans un certain moment, n'interfèrent pas un instant après, lorsqu'ils ont traversé des couches atmosphériques dont le pouvoir réfringent a varié. On trouve dans cette expérience la preuve manifeste du rôle que joue dans le phénomène de la scintillation l'inégale réfrangibilité des couches atmosphériques traversées par les rayons dont le faisceau est très étroit.«

»Il résulte de ces considérations que l'explication des scintillations ne peut être rattachée qu'aux phénomènes des *interférences lumineuses*. Les rayons des étoiles, après avoir traversé une atmosphère où il existe des couches inégalement chaudes, inégalement denses, inégalement humides, vont se réunir au

foyer d'une lentille, pour y former des images d'intensité et de couleurs perpétuellement changeantes, c'est-à-dire des images telles que la scintillation les présente. Il y a aussi scintillation hors du foyer des lunettes. Les explications proposées par Galilei, Scaliger, Kepler, Descartes, Hooke, Huygens, Newton et John Michell, que j'ai examinées dans un mémoire présenté à l'Institut en 1840 (Comptes rendus T. X. p. 83), sont inadmissibles. Thomas Young, auquel nous devons les premières lois des interférences, a cru inexplicable le phénomène de la scintillation. La fausseté de l'ancienne explication par des vapeurs qui voltigent et déplacent, est déjà prouvée par la circonstance que nous voyons la scintillation des yeux, ce qui supposerait un déplacement d'une minute. Les ondulations du bord du Soleil sont de 4″ à 5″ et peut-être des pièces qui *manquent*, donc encore effet de l'interférence des rayons.« (Auszüge aus Handſchriften von Arago 1847.)

[41] (S. 86.) Arago im Annuaire pour 1831 p. 168.

[42] (S. 87.) Ariſtot. de Coelo II, 8 p. 290 Bekker.

[43] (S. 87.) Kosmos Bd. II. S. 363.

[44] (S. 87.) Causae scintillationis in Kepler de Stella nova in pede Serpentarii 1606 cap. 18 p. 92—97.

[45] (S. 88.) Lettre de Mr. Garcin, Dr. en Méd., à Mr. de Réaumur in der Hist. de l'Académie Royale des Sciences Année 1743 p. 28—32.

[46] (S. 90.) S. Voyage aux Régions équin. T. I. p. 511 und 512, T. II. p. 202—208; auch meine Anſichten der Natur, dritte Ausg. Bd. I. S. 29 und 225. »En Arabie«, ſagt Garcin, »de même qu'à Bender-Abassi, port fameux du Golfe Persique, l'air est parfaitement serein presque toute l'année. Le printemps, l'été et l'automne se passent, sans qu'on y voie la moindre rosée. Dans ces mêmes temps tout le monde couche dehors sur le haut des maisons. Quand on est ainsi couché, il n'est pas possible d'exprimer le plaisir qu'on prend à contempler la beauté du ciel, l'éclat des étoiles. C'est une lumière pure, ferme et éclatante, sans étincellement. Ce n'est qu'au milieu de l'hiver que la Scintillation, quoique très-foible, s'y fait apercevoir.« Garcin in Hist. de l'Acad. des Sc. 1743 p. 30.

[47] (S. 90.) Von den Täuſchungen ſprechend, welche die

Geſchwindigkeiten des Schalles und des Lichts veranlaſſen, ſagt Bacon: »atque hoc cum similibus nobis quandoque dubitationem peperit plane monstrosam; videlicet, utrum coeli sereni et stellati facies ad idem tempus cernatur, quando vere existit, an potius aliquanto post; et utrum non sit (quatenus ad visum coelestium) non minus tempus verum et tempus visum, quam locus verus et locus visus, qui notatur ab astronomis in parallaxibus. Adeo incredibile nobis videbatur, species sive radios corporum coelestium, per tam immensa spatia milliarium, subito deferri posse ad visum; sed potius debere eas in tempore aliquo notabili delabi. Verum illa dubitatio (quoad majus aliquod intervallum temporis inter tempus verum et visum) postea plane evanuit, reputantibus nobis.....« The Works of Francis Bacon Vol. I. Lond. 1740 (Novum Organum) p. 371. Er nimmt dann, ganz nach Art der Alten, eine eben geäußerte wahre Anſicht wieder zurück. — Vergl. Somerville, the Connexion of the Physical Sciences p. 36 und Kosmos Bd. I. S. 161.

[48] (S. 90.) S. Arago's Entwickelung ſeiner Methode im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 337—343. »L'observation attentive des phases d'Algol à six mois d'intervalle servira à déterminer directement la vitesse de la lumière de cette étoile. Près du maximum et du minimum le changement d'intensité s'opère lentement; il est au contraire rapide à certaines époques intermédiaires entre celles qui correspondent aux deux états extrêmes, quand Algol, soit en diminuant, soit en augmentant d'éclat, passe par la troisième grandeur.«

[49] (S. 91.) Newton, Opticks 2d Ed. (Lond. 1718) p. 325: »light moves from the Sun to us 7 or 8 minutes of time«. Newton vergleicht die Geſchwindigkeit des Schalles (1140 feet in 1″) mit der des Lichtes. Wenn er für die letztere, nach Beobachtungen von Verfinſterungen der Jupitersſtrabanten (der Tod des großen Mannes fällt ohngefähr ein halbes Jahr vor Bradley's Entdeckung der Aberration), von der Sonne zur Erde 7′ 30″ rechnet, bei der Annahme von einem Abſtand von 70 Millionen engliſcher Meilen; ſo durchläuft das Licht in jeder Zeitſecunde 155555⅚ engl. Meilen. Die Reduction dieſer Meilen auf geographiſche (15 = 1°) iſt Schwankungen unterworfen, je nachdem man die Geſtalt der Erde verſchieden annimmt. Nach Encke's genauen Annahmen im Jahrbuch

für 1852 gehen (wenn nach Dove 1 engl. Meile = 5280 engl. Fuß = 4954,206 Pariſer Fuß) 69,1637 engl. Meilen auf einen Aequatorial-Grad. Für Newton's Angabe folgt demnach eine Lichtgeſchwindigkeit von 33736 geogr. Meilen. Newton hat aber die Sonnen-Parallaxe zu 12″ angenommen. Iſt dieſe, wie ſie Encke's Berechnung des Venus-Durchganges gegeben hat, 8″,57116; ſo wird damit die Entfernung größer, und man erhält für die Lichtgeſchwindigkeit (bei $7^1/_2$ Minuten) 47232 geogr. Meilen für eine Zeitſecunde: alſo zu viel, ſtatt vorher zu wenig. Es iſt gewiß ſehr merkwürdig, und von Delambre (Hist. de l'Astronomie moderne T. II. p. 653) nicht bemerkt worden, daß Newton, während die Angaben des Lichtweges in dem Halbmeſſer der Erdbahn ſeit Römer's Entdeckung 1675 bis zum Anfang des 18ten Jahrhunderts, übertrieben hoch, zwiſchen 11′ und 14′ 10″ ſchwankten, vielleicht auf neuere engliſche Beobachtungen des erſten Trabanten geſtützt, der Wahrheit (dem jetzt angenommenen Struviſchen Reſultate) ohngefähr bis auf 47″ nahe kam. Die älteſte Abhandlung, in welcher Römer, Picard's Schüler, der Akademie ſeine Entdeckung vortrug, war vom 22 Nov. 1675. Er fand durch 40 Aus- und Eintritte der Jupiterstrabanten »un retardement de lumière de 22 minutes par l'intervalle qui est le double de celui qu'il y a d'ici au Soleil« (Mémoires de l'Acad. de 1666—1699 T. X. 1730 p. 400). Caſſini beſtritt nicht die Thatſache der Verlangſamung; aber er beſtritt das angegebene Zeitmaaß, weil (was ſehr irrig iſt) verſchiedene Trabanten andere Reſultate darböten. Du Hamel, der Secretär der Pariſer Akademie (Regiae scientiarum Academiae Historia 1698 p. 145), giebt, 17 Jahre nachdem Römer Paris verlaſſen hatte, und doch ihn bezeichnend, 10 bis 11 Minuten an; aber wir wiſſen durch Peter Horrebow (Basis Astronomiae sive Triduum Roemerianum 1735 p. 122—129), daß Römer, als er 1704, alſo 6 Jahre vor ſeinem Tode, ein eigenes Werk über die Geſchwindigkeit des Lichtes herausgeben wollte, bei dem Reſultate von 11′ feſt beharrte; eben ſo Huygens (Tract. de Lumine cap. 1 p. 7). Ganz anders verfährt Caſſini; er findet für den erſten Trabanten 7′ 5″, für den zweiten 14′ 12″, und legt für ſeine Jupiterstafeln zum Grunde 14′ 10″ pro peragrando diametri semissi. Der Irrthum war alſo im Zunehmen. (Vergl. Horrebow,

Triduum p. 129; Caſſini, Hypothèses et Satellites de Jupiter in den Mém. de l'Acad. 1666—1699 T. VIII. p. 435 und 475; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 751 und 782; Du Hamel, Physica p. 435.)

[50] (S. 91.) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 653.

[51] (S. 91.) Reduction of Bradley's observations at Kew and Wansted 1836 p. 22; Schumacher's Aſtr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 309. (Vergl. Miscellaneous Works and Correspondence of the Rev. James Bradley, by Prof. Rigaud, Oxford 1832.) — Ueber die bisherigen Erklärungsverſuche der Aberration nach der Undulations-Theorie des Lichts ſ. Doppler in den Abhandl. der Kön. böhmiſchen Geſellſchaft der Wiſſ. 5te Folge Bd. III. S. 745—765. Ungemein merkwürdig iſt für die Geſchichte großer aſtronomiſcher Entdeckungen, daß Picard mehr als ein halbes Jahrhundert vor Bradley's eigentlicher Entdeckung und Erklärung der Urſach der Aberration, wahrſcheinlich ſeit 1667, eine wiederkehrende Bewegung des Polarſternes von ohngefähr 20″ bemerkt, welche „weder Wirkung der Parallaxe noch der Refraction ſein könne und in entgegengeſetzten Jahreszeiten ſehr regelmäßig ſei" (Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 616). Picard war auf dem Wege die Geſchwindigkeit des directen Lichts früher zu entdecken, als ſein Schüler Römer die Geſchwindigkeit des reflectirten Lichtes bekannt machte.

[52] (S. 91.) Schum. Aſtr. Nachr. Bd. XXI. 1844 No. 484; Struve, Études d'Astr. stellaire p. 103 und 107 (vergl. Kosmos Bd. I. S. 160). Wenn in dem Annuaire pour 1842 p. 287 die Geſchwindigkeit des Lichts in der Secunde zu 308000 Kilometer oder 77000 lieues (alſo jede zu 4000 Meter) geſchätzt wird, ſo ſteht dieſe Angabe der neuen Struviſchen am nächſten. Sie giebt 41507 geogr. Meilen, die der Pulkowaer Sternwarte 41549. Ueber den Unterſchied der Aberration des Polarſternes und ſeines Begleiters, und Struve's eigene neuere Zweifel ſ. Mädler, Aſtronomie 1849 S. 393. Ein noch größeres Reſultat für den Lichtweg von der Sonne zur Erde giebt William Richardſon: nämlich 8′ 19″,28, wozu die Geſchwindigkeit von 41422 geogr. Meilen gehört. (Mem. of the Astron. Soc. Vol. IV. P. 1. p. 68.)

[53] (S. 93.) Fizeau giebt ſein Reſultat in lieues an, deren 25 auf einen Aequatorial-Grad gehen und welche demnach 4452 Meter haben; zu 70000 ſolcher lieues in der Secunde. Ueber frühere Verſuche von Fizeau ſ. Comptes rendus T. XXIX. p. 92. In Moigno, Répert. d'Optique moderne P. III. p. 1162, iſt das Reſultat zu 70843 lieues (25=1°) angegeben: alſo 42506 geogr. Meilen, dem Reſultat von Bradley nach Buſch am nächſten.

[54] (S. 93.) »D'après la théorie mathématique dans le système des ondes, les rayons de différentes couleurs, les rayons dont les ondulations sont inégales, doivent néanmoins se propager dans l'Éther avec la même vitesse. Il n'y a pas de différence à cet égard entre la propagation des ondes sonores, lesquelles se propagent dans l'air avec la même rapidité. Cette égalité de propagation des ondes sonores est bien établie expérimentalement par la similitude d'effet que produit une musique donnée à toutes distances du lieu où l'on l'exécute. La principale difficulté, je dirai l'unique difficulté qu'on eût élevée contre le système des ondes, consistait donc à expliquer, comment la vitesse de propagation des rayons de différentes couleurs dans des corps différents pouvait être dissemblable et servir à rendre compte de l'inégalité de réfraction de ces rayons ou de la dispersion. On a montré récemment que cette difficulté n'est pas insurmontable; qu'on peut constituer l'Éther dans les corps inégalement denses de manière que des rayons à ondulations dissemblables s'y *propagent* avec des vitesses inégales: reste à déterminer, si les conceptions des géomètres à cet égard sont conformes à la nature des choses. Voici les amplitudes des ondulations déduites expérimentalement d'une série de faits relatifs aux interférences:

	mm
violet . . .	0,000423
jaune . . .	0,000551
rouge . . .	0,000620.

La vitesse de transmission des rayons de différentes couleurs dans les espaces célestes est la même dans le système des ondes et tout à fait indépendante de l'étendue ou de la vitesse des ondulations.« Arago, Handſchr. von 1849. Vergl. auch Annuaire pour 1842 p. 333—336. — Die Länge der Lichtwelle des

Aethers und die Geſchwindigkeit der Schwingungen beſtimmen den Charakter der Farbenſtrahlen. Zum Violett, dem am meiſten refrangibeln Strahle, gehören 662; zum Roth, dem am wenigſten refrangibeln Strahle, (bei größter Wellenlänge) nur 451 Billionen Schwingungen in der Secunde.

[55] (S. 93.) »J'ai prouvé, il y a bien des années, par des observations directes que les rayons des étoiles vers lesquelles la Terre marche, et les rayons des étoiles dont la Terre s'éloigne, se réfractent exactement de la même quantité. Un tel résultat ne peut se concilier *avec la théorie de l'émission* qu'à l'aide d'une addition importante à faire à cette théorie: il faut admettre que les corps lumineux émettent des rayons de toutes les vitesses, et que les seuls rayons d'une vitesse déterminée sont visibles, qu'eux seuls produisent dans l'oeil la sensation de lumière. Dans la théorie de l'émission, le rouge, le jaune, le vert, le bleu, le violet solaires sont respectivement accompagnés de rayons pareils, mais obscurs par défaut ou par excès de vitesse. À plus de vitesse correspond une moindre réfraction, comme moins de vitesse entraîne une réfraction plus grande. Ainsi chaque rayon rouge visible est accompagné de rayons obscurs de la même nature, qui se réfractent les uns plus, les autres moins que lui: ainsi *il existe des rayons dans les stries noires* de la portion rouge du spectre; la même chose doit être admise des stries situées dans les portions jaunes, vertes, bleues et violettes.« Arago in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVI. 1843 p. 404. (Vergl. auch T. VIII. 1839 p. 326 und Poiſſon, Traité de Mécanique éd. 2. 1833 T. I. § 168. Nach den Anſichten der Undulations-Theorie ſenden die Geſtirne Wellen von unendlich verſchiedenen tranſverſalen Oſcillations-Geſchwindigkeiten aus.

[56] (S. 94.) Wheatſtone in den Philos. Transact. of the Royal Soc. for 1834 p. 589 und 591. Aus den in dieſer Abhandlung beſchriebenen Verſuchen ſcheint zu folgen, daß das menſchliche Auge fähig iſt Lichterſcheinungen zu empfinden (p. 591), „deren Dauer auf ein Millionen-Theilchen einer Secunde eingeſchränkt iſt". Ueber die im Texte erwähnte Hypotheſe, nach welcher das Sonnenlicht unſerem Polarlicht analog iſt, ſ. Sir John Herſchel, Results of Astron. Observ. at the Cape of

Good Hope 1847 p. 351. Der ſcharfſinnigen Anwendung eines durch Breguet vervollkommneten Wheatſtoniſchen Drehungs-Apparats, um zwiſchen der Emiſſions- und Undulations-Theorie zu entſcheiden, da nach der erſteren das Licht ſchneller, nach der zweiten langſamer durch Waſſer als durch Luft geht, hat Arago ſchon in den Comptes rendus T. VII. 1838 p. 956 erwähnt. (Vergl. Comptes rendus pour 1850 T. XXX. p. 489—495 und 556.)

[57] (S. 96.) Steinheil in Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 679 (1849) S. 97—100; Walker in den Proceedings of the American Philosophical Society Vol. V. p. 128. (Vergl. ältere Vorſchläge von Pouillet in den Comptes rendus T. XIX. p. 1386.) Noch neuere ſinnreiche Verſuche von Mitchel, Director der Sternwarte von Cincinnati (Gould's Astron. Journal Dec. 1849 p. 3: on the velocity of the electr. wave), und von Fizeau und Gounelle zu Paris (April 1850) entfernen ſich zugleich von Wheatſtone's und Walker's Reſultaten. Auffallende Unterſchiede von Leitung durch Eiſen und Kupfer zeigen die Verſuche in den Comptes rendus T. XXX. p. 439.

[58] (S. 96.) S. Poggendorff in ſeinen Annalen Bd. LXXIII. 1848 S. 337 und Pouillet, Comptes rendus T. XXX. p. 501.

[59] (S. 96.) Rieß in Poggend. Ann. Bd. 78. S. 433. — Ueber die Nichtleitung des zwiſchenliegenden Erdreichs ſ. die wichtigen Verſuche von Guillemin sur le courant dans une pile isolée et sans communication entre les pôles in den Comptes rendus T. XXIX. p. 521. »Quand on remplace un fil par la terre dans les télégraphes électriques, la terre sert plutôt de réservoir commun que de moyen d'union entre les deux extrémités du fil.«

[60] (S. 97.) Mädler, Aſtr. S. 380. Laplace nach Moigno, Répertoire d'Optique moderne 1847 T. I. p. 72: »Selon la théorie de l'émission on croit pouvoir démontrer que si le diamètre d'une étoile fixe serait 250 fois plus grand que celui du soleil, sa densité restant la même, l'attraction exercée à sa surface détruirait la quantité de mouvement de la molécule lumineuse émise, de sorte qu'elle serait invisible à de grandes distances.« Wenn man dem Arcturus mit William Herſchel einen ſcheinbaren Durchmeſſer von 0″,1 zuſchreibt, ſo folgt aus dieſer Annahme, daß der wirkliche Durchmeſſer dieſes Sterns nur 11mal

größer iſt als der unſerer Sonne (Kosmos Bd. I. S. 153 und 415). Nach der obigen Betrachtung über eine der Urſachen des Nichtleuchtens würde bei ſehr verſchiedenen Dimenſionen der Weltkörper die Licht-Geſchwindigkeit verſchieden ſein müſſen, was bisher durch die Beobachtung keineswegs beſtätigt iſt. (Arago in den Comptes rendus T. VIII. p. 326: »les expériences sur l'égale déviation prismatique des étoiles vers lesquelles la terre marche ou dont elle s'éloigne, rend compte de l'égalité de vitesse apparente des rayons de toutes les étoiles.«)

[61] (S. 98.) Eratoſthenes, Catasterismi ed. Schaubach 1795 und Eratosthenica ed. God. Bernhardy 1822 p. 110—116. Die Beſchreibung unterſcheidet unter den Sternen λαμπρούς (μεγάλους) und ἀμαυρούς (cap. 2, 11, 41). Eben ſo Ptolemäus; bei ihm beziehen ſich οἱ ἀμόρφωτοι nur auf die Sterne, welche nicht förmlich zu einem Sternbilde gehören.

[62] (S. 99.) Ptol. Almag. ed. Halma T. II. p. 40 und in Eratoſth. Catast. cap. 22 pag. 18: ἡ δὲ κεφαλὴ καὶ ἡ ἅρπη ἀναπτος ὁρᾶται, διὰ δὲ νεφελώδους συστροφῆς δοκεῖ τισιν ὁρᾶσθαι. Eben ſo Geminus, Phaen. (ed. Hilder. 1590) p. 46.

[63] (S. 99.) Kosmos Bd. II. S. 369 und 514 (Anm. 63).

[64] (S. 99.) Muhamedis Alfragani Chronologica et Astr. Elementa 1590 cap. XXIV p. 118.

[65] (S. 100.) Einige Handſchriften des Almageſt deuten auch auf ſolche Unterabtheilungen oder Zwiſchenclaſſen hin, da ſie den Größen-Beſtimmungen die Wörter μείζων oder ἐλάσσων zufügen (Cod. Paris. No. 2389). Tycho drückte dieſe Mehrung und Minderung durch Punkte aus.

[66] (S. 101.) Sir John Herſchel, Outl. of Astr. p. 520—527.

[67] (S. 101.) Das iſt die Anwendung des Spiegelſextanten zur Beſtimmung der Lichtſtärke der Sterne, deſſen ich mich mehr noch als der Diaphragmen, die mir Borda empfohlen hatte, unter den Tropen bedient habe. Ich begann die Arbeit unter dem ſchönen Himmel von Cumana und ſetzte ſie ſpäter in der ſüdlichen Hemiſphäre, unter weniger günſtigen Verhältniſſen, auf der Hochebene der Andes und an dem Südſee-Ufer bei Guayaquil bis 1803 fort. Ich hatte mir eine willkührliche Scale gebildet, in der ich Sirius als den glänzendſten aller Fixſterne = 100 ſetzte; die Sterne 1ter Größe zwiſchen 100 und 80, die 2ter Größe zwiſchen 80 und 60,

die 3ter Größe zwiſchen 60 und 45, die 4ter zwiſchen 45 und 30, die 5ter zwiſchen 30 und 20. Ich muſterte beſonders die Sternbilder des Schiffes und des Kranichs, in denen ich ſeit La Caille's Zeit Veränderungen zu finden glaubte. Mir ſchien, nach ſorgfältigen Combinationen der Schätzung und andere Sterne als Mittelſtufen benutzend, Sirius ſo viel lichtſtärker als Canopus, wie α Centauri lichtſtärker iſt als Achernar. Meine Zahlen können wegen der oben erwähnten Claſſification keineswegs unmittelbar mit denen verglichen werden, welche Sir John Herſchel ſchon ſeit 1838 bekannt gemacht hat. (S. mein Recueil d'Observ. astr. Vol. I. p. LXXI und Relat. hist. du Voy. aux Régions équin. T. I. p. 518 und 624; auch Lettre de Mr. de Humboldt à Mr. Schumacher en févr. 1839, in den Aſtr. Nachr. No. 374.) In dieſem Briefe heißt es: »Mr. Arago, qui possède des moyens photométriques entièrement différents de ceux qui ont été publiés jusqu'ici, m'avait rassuré sur la partie des erreurs qui pouvaient provenir du changement d'inclinaison d'un miroir entamé sur la face intérieure. Il blâme d'ailleurs le principe de ma méthode et le regarde comme peu susceptible de perfectionnement, non seulement à cause de la différence des angles entre l'étoile vue directement et celle qui est amenée par réflexion, mais surtout parce que le résultat de la mesure d'intensité dépend de la partie de l'oeil qui se trouve en face de l'oculaire. Il y a erreur lorsque la pupille n'est pas très exactement à la hauteur de la limite inférieure de la portion non entamée du petit miroir.«

[68] (S. 101.) Vergl. Steinheil, Elemente der Helligkeits-Meſſungen am Sternenhimmel München 1836 (Schum. Aſtr. Nachr. No. 609) und John Herſchel, Results of Astronomical Observations made during the years 1834—1838, at the Cape of Good Hope (Lond. 1847), p. 353—357. Mit dem Photometer von Steinheil hat Seidel 1846 die Licht-Quantitäten mehrerer Sterne erſter Größe, welche in unſeren nördlichen Breiten in hinreichender Höhe erſcheinen, zu beſtimmen verſucht. Er ſetzt Wega = 1, und findet dann: Sirius 5,13; Rigel, deſſen Glanz im Zunehmen ſein ſoll, 1,30; Arcturus 0,84; Capella 0,83; Procyon 0,71; Spica 0,49; Atair 0,40; Aldebaran 0,36; Deneb 0,35; Regulus 0,34; Pollux 0,30; Beteigeuze

fehlt, weil er veränderlich iſt: wie ſich beſonders zwiſchen 1836 und 1839 (Outlines p. 523) gezeigt hat.

[69] (S. 102.) Vergl. für die numeriſchen Fundamente photometriſcher Reſultate 4 Tafeln von Sir John Herſchel in den Cap-Beobachtungen a) p. 341; b) p. 367—371; c) p. 440 und d) in den Outlines of Astr. p. 522—525 und 645—646. Für eine bloße Reihung ohne Zahlen ſ. das Manual of scient. Enquiry prepared for the use of the Navy 1849 p. 12. Um die bisher übliche conventionelle Sprache (die alte Claſſeneintheilung nach Größen) zu vervollkommnen, iſt in den Outlines of Astronomy p. 645 der vulgar Scale of Magnitudes, die am Ende dieſes Abſchnittes mit Verbindung der nördlichen und ſüdlichen Sterne eingeſchaltet werden ſoll, eine Scale of photometric Magnitudes beigefügt, bloß durch Addition von 0,41, wie in der Capreiſe p. 370 umſtändlicher erklärt wird.

[70] (S. 102.) Argelander, Durchmuſterung des nördl. Himmels zwiſchen 45° und 80° Decl. 1846 S. XXIV—XXVI; Sir John Herſchel, Astr. Observ. at the Cape of Good Hope p. 327, 340 und 365.

[71] (S. 103.) A. a. O. p. 304 und Outl. p. 522.

[72] (S. 103.) Philos. Transact. Vol. LVII. for the year 1767 p. 234.

[73] (S. 103.) Wollaſton in den Philos. Transact. for 1829 p. 27, Herſchel's Outlines p. 553. Wollaſton's Vergleichung des Sonnen- und Mondlichts iſt von 1799 und auf Schatten von Kerzenlicht gegründet, während daß in den Verſuchen mit Sirius 1826 und 1827 von einer Glaskugel reflectirte Bilder angewandt wurden. Die früheren Angaben der Intenſität der Sonne in Verhältniß zum Monde weichen ſehr von dem hier gegebenen Reſultate ab. Sie waren bei Michell und Euler aus theoretiſchen Gründen 450000 und 374000, bei Bouguer nach Meſſungen von Schatten der Kerzenlichte gar nur 300000. Lambert will, daß Venus in ihrer größten Lichtſtärke 3000mal ſchwächer als der Vollmond ſei. Nach Steinheil müßte die Sonne 3286500mal weiter entfernt werden, als ſie es jetzt iſt, um dem Erdbewohner wie Arctur zu erſcheinen (Struve, Stellarum compositarum Mensurae micrometricae p. CLXIII); und Arctur hat nach John Herſchel für uns nur die halbe Lichtſtärke von Canopus

(Herſchel, Observ. at the Cape p. 34). Alle dieſe Intenſitäts-Verhältniſſe, beſonders die wichtige Vergleichung der Lichtſtärke von Sonne, Vollmond und dem nach Stellung zur reflectirenden Erde ſo verſchiedenen, aſchfarbigen Lichte unſeres Trabanten, verdienen eine endliche, viel ernſtere Unterſuchung.

[74] (S. 104.) Outl. of Astr. p. 553, Astr. Observ. at the Cape p. 363.

[75] (S. 104.) William Herſchel on the Nature of the Sun and Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1795 p. 62 und on the Changes that happen to the Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1796 p. 186. Vergl. auch Sir John Herſchel, Observ. at the Cape p. 350—352.

[76] (S. 104.) Extrait d'une Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt (mai 1850).

a) Mesures photométriques.

»Il n'existe pas de Photomètre proprement dit, c'est-à-dire d'instrument donnant l'intensité d'une lumière isolée; le Photomètre de Leslie, à l'aide duquel il avait eu l'audace de vouloir comparer la lumière de la lune à la lumière du soleil, par des actions calorifiques, est complètement défectueux. J'ai prouvé, en effet, que ce prétendu Photomètre monte quand on l'expose à la lumière du soleil, qu'il descend sous l'action de la lumière du feu ordinaire, et qu'il reste complètement stationnaire lorsqu'il reçoit la lumière d'une lampe d'Argand. Tout ce qu'on a pu faire jusqu'ici, c'est de comparer entr'elles deux lumières en présence, et cette comparaison n'est même à l'abri de toute objection que lorsqu'on ramène ces deux lumières à l'égalité par un affaiblissement graduel de la lumière la plus forte. C'est comme criterium de cette égalité que j'ai employé les anneaux colorés. Si on place l'une sur l'autre deux lentilles d'un long foyer, il se forme autour de leur point de contact des anneaux colorés tant par voie de réflexion que par voie de transmission. Les anneaux réfléchis sont complémentaires en couleur des anneaux transmis; ces deux séries d'anneaux se neutralisent mutuellement quand les deux lumières qui les forment et qui arrivent simultanément sur les deux lentilles, sont égales entr'elles.«

»Dans le cas contraire on voit des traces ou d'anneaux réfléchis ou d'anneaux transmis, suivant que la lumière qui

forme les prémiers, est plus forte ou plus faible que la lumière à laquelle on doit les seconds. C'est dans ce sens seulement que les anneaux colorés jouent un rôle dans les mesures de la lumière auxquelles je me suis livré.«

b) Cyanomètre.

»Mon cyanomètre est une extension de mon polariscope. Ce dernier instrument, comme tu sais, se compose d'un tube fermé à l'une de ses extrémités par une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, de 5 millimètres d'épaisseur; et d'un prisme doué de la double réfraction, placé du côté de l'oeil. Parmi les couleurs variées que donne cet appareil, lorsque de la lumière polarisée le traverse, et qu'on fait tourner le prisme sur lui-même, se trouve par un heureux hasard la nuance du bleu de ciel. Cette couleur bleue fort affaiblie, c'est-à-dire très mélangée de blanc lorsque la lumière est presque neutre, augmente d'intensité — progressivement à mesure que les rayons qui pénètrent dans l'instrument, renferment une plus grande proportion de rayons polarisés.«

»Supposons donc que le polariscope soit dirigé sur une feuille de papier blanc; qu'entre cette feuille et la lame de cristal de roche il existe une pile de plaques de verre susceptible de changer d'inclinaison, ce qui rendra la lumière éclairante du papier plus ou moins polarisée; la couleur bleue fournie par l'instrument va en augmentant avec l'inclinaison de la pile, et l'on s'arrête lorsque cette couleur paraît la même que celle de la région de l'atmosphère dont on veut déterminer la teinte cyanométrique, et qu'on regarde à l'oeil nu immédiatement à côté de l'instrument. La mesure de cette teinte est donnée par l'inclinaison de la pile. Si cette dernière partie de l'instrument se compose du même nombre de plaques et d'une même espèce de verre, les observations faites dans divers lieux seront parfaitement comparables entr'elles.«

[77] (S. 105.) Argelander de fide Uranometriae Bayeri 1842 p. 14—23. »In eadem classe littera prior majorem splendorem nullo modo indicat« (§ 9). Durch Bayer iſt demnach gar nicht erwieſen, daß Caſtor 1603 lichtſtärker geweſen ſei als Pollux.

Photometriſche Reihung der Fixſterne.

Ich beſchließe dieſen zweiten Abſchnitt mit einer Tafel, welche den Outlines of Astronomy von Sir John Herſchel pag. 645 und 646 entnommen iſt. Ich verdanke die Zuſammenſtellung und lichtvolle Erläuterung derſelben meinem gelehrten Freunde Herrn Dr. Galle, und laſſe einen Auszug ſeines an mich gerichteten Briefes (März 1850) hier folgen:

„Die Zahlen der photometric scale in den Outlines of Astronomy ſind Rechnungs-Reſultate aus der vulgar scale, mittelſt durchgängiger Addition von 0,41 erhalten. Zu dieſen genaueren Größen-Beſtimmungen der Sterne iſt der Verf. durch beobachtete Reihenfolgen (sequences) ihrer Helligkeit und Verbindung dieſer Beobachtungen mit den durchſchnittlichen gewöhnlichen Größenangaben gelangt (Capreiſe p. 304—352), wobei insbeſondere die Angaben des Catalogs der Astronomical Society vom Jahre 1827 zu Grunde gelegt ſind (p. 305). Die eigentlichen photometriſchen Meſſungen mehrerer Sterne mittelſt des Aſtrometers (Capreiſe p. 353 flgd.) ſind bei dieſer Tafel nicht unmittelbar benutzt, ſondern haben nur im allgemeinen gedient, um zu ſehen, wie die gewöhnliche Scale (1, 2, 3te... Größe) ſich zu den wirklichen Licht-Quantitäten der einzelnen Sterne verhält. Dabei hat ſich denn das allerdings merkwürdige Reſultat gefunden, daß unſere gewöhnlichen Sterngrößen (1, 2, 3...) ungefähr ſo abnehmen, wie wenn man einen Stern erſter Größe nach und nach in die Entfernungen 1, 2, 3... brächte, wodurch ſeine Helligkeit nach photometriſchem Geſetz die Werthe 1, $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$... erlangen würde (Capreiſe p. 371, 372; Outlines p. 521, 522); um aber die Uebereinſtimmung noch größer zu machen, ſind unſere bisherigen Sterngrößen nur um etwa eine halbe Größe (genauer 0,41) zu erhöhen: ſo daß ein Stern 2,00ter Größe künftig 2,41ter Größe genannt wird, ein Stern

2,5ter Größe künftig 2,91ter Größe u. ſ. w. Sir John Herſchel ſchlägt daher dieſe „photometriſche" (erhöhte) Scale zur Annahme vor (Capreiſe p. 372, Outl. p. 522), welchem Vorſchlage man wohl nur beiſtimmen kann. Denn einestheils iſt der Unterſchied von der gewöhnlichen Scale kaum merklich (would hardly be felt, Capreiſe p. 372); anderntheils kann die Tafel Outlines p. 645 flgd. bis zur vierten Größe hinab als Grundlage bereits dienen: und die Größen-Beſtimmung der Sterne nach dieſer Regel — daß nämlich die Helligkeiten der Sterne 1, 2, 3, 4ter... Größe ſich genau wie 1, $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$... verhalten ſollen, was ſie näherungsweiſe ſchon jetzt thun — iſt demnach zum Theil bereits ausführbar. Als Normalſtern erſter Größe für die photometric scale und als Einheit der Lichtmenge wendet Sir John Herſchel α Centauri an (Outl. p. 523, Capreiſe p. 372). Wenn man demnach die photometriſche Größe eines Sterns quadrirt, hat man das umgekehrte Verhältniß ſeiner Lichtmenge zu der von α Centauri. So z. B. hat κ Orionis die photometriſche Größe 3, enthält daher $^1/_9$ ſo viel Licht als α Centauri. Zugleich würde die Zahl 3 anzeigen, daß κ Orionis 3mal weiter von uns entfernt iſt als α Centauri, wenn beide Sterne gleich große und gleich helle Körper ſind. Bei der Wahl eines anderen Sterns, z. B. des 4fach helleren Sirius als Einheit der die Entfernungen andeutenden photometriſchen Größen würde ſich die erwähnte Geſetzmäßigkeit nicht ſo einfach erkennen laſſen. Auch iſt es nicht ohne Intereſſe, daß von α Centauri die Entfernung mit Wahrſcheinlichkeit bekannt und daß dieſelbe von den bis jetzt unterſuchten die kleinſte iſt. — Die mindere Zweckmäßigkeit anderer Scalen als der photometriſchen (welche nach den Quadraten fortſchreitet: 1, $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$...) behandelt der Verfaſſer in den Outlines p. 521. Er erwähnt daſelbſt geometriſche Progreſſionen: z. B. 1, $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$... oder 1, $^1/_3$, $^1/_9$, $^1/_{27}$.... Nach Art einer arithmetiſchen Progreſſion ſchreiten die von Ihnen in den Beobachtungen unter dem Aequator während Ihrer amerikaniſchen Expedition gewählten Abſtufungen fort (Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. LXXI und Schumacher, Aſtron. Nachr. No. 374). Alle dieſe Scalen ſchließen ſich der vulgar scale weniger an als die photometriſche (quadratiſche) Progreſſion. — In der beigefügten Tafel ſind die 190 Sterne der Outlines, ohne Rückſicht auf ſüdliche oder nördliche Declination, nur nach den Größen geordnet."

Verzeichniſs von 190 Sternen erſter bis dritter Gröſse, nach den Beſtimmungen von Sir John Herſchel geordnet, und mit genauerer Angabe ſowohl der gewöhnlichen Gröſse als der von demſelben vorgeſchlagenen Eintheilung nach photometriſcher Gröſse.

Sterne erſter Gröſse.					
Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
Sirius	0,08	0,49	α Orionis	1,0:	1,43
η Argus (Var.)	—	—	α Eridani	1,09	1,50
Canopus	0,29	0,70	Aldebaran	1,1:	1,5:
α Centauri	0,59	1,00	β Centauri	1,17	1,58
Arcturus	0,77	1,18	α Crucis	1,2	1,6
Rigel	0,82	1,23	Antares	1,2	1,6
Capella	1,0:	1,4:	α Aquilae	1,28	1,69
α Lyrae	1,0:	1,4:	Spica	1,38	1,79
Procyon	1,0:	1,4:			

Sterne zweiter Gröſse.					
Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
Fomalhaut	1,54	1,95	α Ursae (Var.)	1,96	2,37
β Crucis	1,57	1,98	ζ Orionis	2,01	2,42
Pollux	1,6:	2,0:	β Argus	2,03	2,44
Regulus	1,6:	2,0:	α Persei	2,07	2,48
α Gruis	1,66	2,07	γ Argus	2,08	2,49
γ Crucis	1,73	2,14	ε Argus	2,18	2,59
ε Orionis	1,84	2,25	η Ursae (Var.)	2,18	2,59
ε Canis	1,86	2,27	γ Orionis	2,18	2,59
λ Scorpii	1,87	2,28	α Triang. austr.	2,23	2,64
α Cygni	1,90	2,31	ε Sagittarii	2,26	2,67
Caſtor	1,94	2,35	β Tauri	2,28	2,69
ε Ursae (Var.)	1,95	2,36	Polaris	2,28	2,69

Sterne zweiter Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
ϑ Scorpii	2,29	2,70	δ Argus	2,42	2,83
α Hydrae	2,30	2,71	ζ Ursae	2,43	2,84
δ Canis	2,32	2,73	β Andromedae	2,45	2,86
α Pavonis	2,33	2,74	β Ceti	2,46	2,87
γ Leonis	2,34	2,75	λ Argus	2,46	2,87
β Gruis	2,36	2,77	β Aurigae	2,48	2,89
α Arietis	2,40	2,81	γ Andromedae	2,50	2,91
φ Sagittarii	2,41	2,82			

Sterne dritter Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
γ Cassiopeiae	2,52	2,93	α Coronae	2,69	3,10
α Andromedae	2,54	2,95	γ Ursae	2,71	3,12
ϑ Centauri	2,54	2,95	ε Scorpii	2,71	3,12
α Cassiopeiae	2,57	2,98	ζ Argus	2,72	3,13
β Canis	2,58	2,99	β Ursae	2,77	3,18
κ Orionis	2,59	3,00	α Phoenicis	2,78	3,19
γ Geminorum	2,59	3,00	ι Argus	2,80	3,21
δ Orionis	2,61	3,02	ε Bootis	2,80	3,21
Algol (Var.)	2,62	3,03	α Lupi	2,82	3,23
ε Pegasi	2,62	3,03	ε Centauri	2,82	3,23
γ Draconis	2,62	3,03	η Canis	2,85	3,26
β Leonis	2,63	3,04	β Aquarii	2,85	3,26
α Ophiuchi	2,63	3,04	δ Scorpii	2,86	3,27
β Cassiopeiae	2,63	3,04	ε Cygni	2,88	3,29
γ Cygni	2,63	3,04	η Ophiuchi	2,89	3,30
α Pegasi	2,65	3,06	γ Corvi	2,90	3,31
β Pegasi	2,65	3,06	α Cephei	2,90	3,31
γ Centauri	2,68	3,09	η Centauri	2,91	3,32

Sterne dritter Größe.					
Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
α Serpentis	2,92	3,33	ϑ Aurigae	3,17	3,58
δ Leonis	2,94	3,35	β Herculis	3,18	3,59
κ Argus	2,94	3,35	ι Centauri	3,20	3,61
β Corvi	2,95	3,36	δ Capricorni	3,20	3,61
β Scorpii	2,96	3,37	δ Corvi	3,22	3,63
ζ Centauri	2,96	3,37	α Can. ven.	3,22	3,63
ξ Ophiuchi	2,97	3,38	β Ophiuchi	3,23	3,64
α Aquarii	2,97	3,38	δ Cygni	3,24	3,65
π Argus	2,98	3,39	ε Persei	3,26	3,67
γ Aquilae	2,98	3,39	η Tauri?	3,26	3,67
δ Cassiopeiae	2,99	3,40	β Eridani	3,26	3,67
δ Centauri	2,99	3,40	ϑ Argus	3,26	3,67
α Leporis	3,00	3,41	β Hydri	3,27	3,68
δ Ophiuchi	3,00	3,41	ζ Persei	3,27	3,68
ζ Sagittarii	3,01	3,42	ζ Herculis	3,28	3,69
η Bootis	3,01	3,42	ε Corvi	3,28	3,69
η Draconis	3,02	3,43	ι Aurigae	3,29	3,70
π Ophiuchi	3,05	3,46	γ Urs. min.	3,30	3,71
β Draconis	3,06	3,47	η Pegasi	3,31	3,72
β Librae	3,07	3,48	β Arae	3,31	3,72
γ Virginis	3,08	3,49	α Toucani	3,32	3,73
μ Argus	3,08	3,49	β Capricorni	3,32	3,73
β Arietis	3,09	3,50	ρ Argus	3,32	3,73
γ Pegasi	3,11	3,52	ζ Aquilae	3,32	3,73
δ Sagittarii	3,11	3,52	β Cygni	3,33	3,74
α Librae	3,12	3,53	γ Persei	3,34	3,75
λ Sagittarii	3,13	3,54	μ Ursae	3,35	3,76
β Lupi	3,14	3,55	β Triang. bor.	3,35	3,76
ε Virginis?	3,14	3,55	π Scorpii	3,35	3,76
α Columbae	3,15	3,56	β Leporis	3,35	3,76

Sterne dritter Größe.					
Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
γ Lupi	3,36	3,77	τ Scorpii	3,44	3,85
δ Persei	3,36	3,77	δ Herculis	3,44	3,85
ψ Ursae	3,36	3,77	δ Geminorum	3,44	3,85
ε Aurigae (Var.)	3,37	3,78	q Orionis	3,45	3,86
υ Scorpii	3,37	3,78	β Cephei	3,45	3,86
ϵ Orionis	3,37	3,78	ϑ Ursae	3,45	3,86
γ Lyncis	3,39	3,80	ζ Hydrae	3,45	3,86
ζ Draconis	3,40	3,81	γ Hydrae	3,46	3,87
α Arae	3,40	3,81	β Triang. austr.	3,46	3,87
π Sagittarii	3,40	3,81	ι Ursae	3,46	3,87
π Herculis	3,41	3,82	η Aurigae	3,46	3,87
β Can. min.?	3,41	3,82	γ Lyrae	3,47	3,88
ζ Tauri	3,42	3,83	η Geminorum	3,48	3,89
δ Draconis	3,42	3,83	γ Cephei	3,48	3,89
μ Geminorum	3,42	3,83	$\varkappa$ Ursae	3,49	3,90
γ Bootis	3,43	3,84	ε Cassiopeiae	3,49	3,90
ε Geminorum	3,43	3,84	ϑ Aquilae	3,50	3,91
α Muscae	3,43	3,84	σ Scorpii	3,50	3,91
α Hydri?	3,44	3,85	τ Argus	3,50	3,91

„Noch könnte auch folgende kleine Tafel der Licht
17 Sternen erſter Größe (wie ſolche aus den photometri
folgt) von einigem Intereſſe ſein:

	Sirius	4,165
η	Argus	—
	Canopus	2,041
α	Centauri	1,000
	Arcturus	0,718
	Rigel	0,661
	Capella	0,510
α	Lyrae	0,510
	Procyon	0,510
α	Orionis	0,489
α	Eridani	0,444
	Aldebaran . . .	0,444
β	Centauri	0,401
α	Crucis	0,391
	Antares	0,391
α	Aquilae	0,350
	Spica	0,312

ſo wie die Lichtmenge derjenigen Sterne, die genau erſter,
ſechster Größe ſind:

Größe nach der gew. Scale	Lichtmenge.
1,00	0,500
2,00	0,172
3,00	0,086
4,00	0,051
5,00	0,034
6,00	0,024

wobei die Lichtmenge von α Centauri durchgängig
bildet."

Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. — Sternhaufen (Sternschwärme). — Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt.

Es ist schon in dem ersten Abschnitt dieser fragmentarischen Astrognosie an eine zuerst von Olbers angeregte Betrachtung [1] erinnert worden. Wenn das ganze Himmelsgewölbe mit hinter einander liegenden, zahllosen Sternschichten, wie mit einem allverbreiteten Sternteppich, bedeckt wäre; so würde bei ungeschwächtem Lichte im Durchgange durch den Weltraum die Sonne nur durch ihre Flecke, der Mond als eine dunklere Scheibe, aber kein einzelnes Sternbild der allgemeinen Helligkeit wegen erkennbar sein. An einen in Hinsicht auf die Ursach der Erscheinung ganz entgegengesetzten, aber dem menschlichen Wissen gleich nachtheiligen Zustand des Himmelsgewölbes bin ich vorzugsweise in der peruanischen Ebene zwischen der Südsee-Küste und der Andeskette lebhaft erinnert worden. Ein dichter Nebel bedeckt dort mehrere Monate lang das Firmament. Man nennt diese Jahreszeit el tiempo de la garua. Kein Planet, keiner der schönsten Sterne der südlichen Hemisphäre, nicht Canopus oder das Kreuz oder die Füße des Centauren, sind sichtbar. Man erräth oft kaum den Ort des Mondes. Ist zufällig bei Tage einmal der Umriß der Sonnenscheibe zu erkennen, so erscheint dieselbe

ſtrahlenlos wie durch gefärbte Blendgläſer geſehen: gewöhnlich gelbroth, bisweilen weiß, am ſeltenſten blaugrün. Der Schiffer, von den kalten Südſtrömungen des Meeres getrieben, verkennt dann die Küſte, und ſegelt, aller Breiten-Beobachtungen entbehrend, bei den Häfen vorüber, in welche er einlaufen ſoll. Eine Inclinations-Nadel allein [2] könnte ihn, bei der dortigen Richtung der magnetiſchen Curven, vor Irrthum bewahren, wie ich an einem anderen Orte gezeigt habe.

Bouguer und ſein Mitarbeiter Don Jorge Juan haben lange vor mir über „Peru's unaſtronomiſchen Himmel" Klage geführt. Eine ernſtere Betrachtung knüpft ſich noch an dieſe lichtraubende, jeder electriſchen Entladung unfähige, blitz- und donnerloſe Dunſtſchicht an, über welche frei und unbewölkt die Cordilleren ihre Hochebenen und ſchneebedeckten Gipfel erheben. Nach dem, was uns die neuere Geologie über die alte Geſchichte unſeres Luftkreiſes vermuthen läßt, muß ſein primitiver Zuſtand in Miſchung und Dichte dem Durchgange des Lichts nicht günſtig geweſen ſein. Wenn man nun der vielfachen Proceſſe gedenkt, welche in der Urwelt die Scheidung des Feſten, des Flüſſigen und Gasförmigen um die Erdrinde mögen bewirkt haben; ſo kann man ſich nicht des Gedankens erwehren, wie nahe die Menſchheit der Gefahr geweſen iſt, von einer undurchſichtigeren, manchen Gruppen der Vegetation wenig hinderlichen, aber die ganze Sternendecke verhüllenden Atmoſphäre umgeben zu ſein. Alle Kenntniß des Weltbaues wäre dann dem Forſchungsgeiſte entzogen geblieben. Außer uns ſchiene nichts Geſchaffenes vorhanden zu ſein als vielleicht Mond und Sonne. Wie ein iſolirtes Dreigeſtirn, würden ſcheinbar Sonne, Mond und

Erde allein den Weltraum füllen. Eines großartigen, ja des erhabensten Theils seiner Ideen über den Kosmos beraubt, würde der Mensch aller der Anregungen entbehren, die ihn zur Lösung wichtiger Probleme seit Jahrtausenden unablässig geleitet und einen so wohlthätigen Einfluß auf die glänzendsten Fortschritte in den höheren Kreisen mathematischer Gedankenentwickelung ausgeübt haben. Ehe zur Aufzählung dessen übergegangen wird, was bereits errungen worden ist; gedenkt man gern der Gefahr, der die geistige Ausbildung unseres Geschlechts entgangen ist, der physischen Hindernisse, welche dieselbe unabwendbar hätten beschränken können.

In der Betrachtung der Zahl der Weltkörper, welche die Himmelsräume füllen, sind drei Fragen zu unterscheiden: wie viel Fixsterne werden mit bloßen Augen gesehen? wie viele von diesen sind allmälig mit ihren Ortsbestimmungen (nach Länge und Breite, oder nach ihrer geraden Aufsteigung und Abweichung) in Verzeichnisse gebracht? welches ist die Zahl der Sterne von erster bis neunter und zehnter Größe, die durch Fernröhre am ganzen Himmel gesehen werden? Diese drei Fragen können, nach dem jetzt vorliegenden Material der Beobachtung, wenigstens annäherungsweise beantwortet werden. Anderer Art sind die bloßen Vermuthungen, welche, auf Stern-Aichungen einzelner Theile der Milchstraße gegründet, die theoretische Lösung der Frage berühren: wie viel Sterne würden durch Herschel's 20füßiges Teleskop am ganzen Himmel unterschieden werden? das Sternenlicht mit eingerechnet, von dem man glaubt[3], „daß es 2000 Jahre braucht, um zu uns zu gelangen".

Die numerischen Angaben, welche ich über diesen Gegenstand hier veröffentliche, gehören besonders in den

Endresultaten meinem verehrten Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn. Ich habe den Verfasser der „Durchmusterung des nördlichen Himmels" aufgefordert die bisherigen Ergebnisse der Sterncataloge von neuem aufmerksam zu prüfen. Die Sichtbarkeit der Sterne mit bloßen Augen erregt in der letzten Classe bei organischer Verschiedenheit der individuellen Schätzungen mancherlei Ungewißheit, weil Sterne 6. 7ter Größe sich unter die 6ter Größe gemengt finden. Als Mittelzahl erhält man, durch vielfache Combinationen, 5000 bis 5800 für die dem unbewaffneten Auge am ganzen Himmel sichtbaren Sterne. Die Vertheilung der Fixsterne nach Verschiedenheit der Größen bestimmt Argelander[4], bis zur 9ten Größe hinabsteigend, ohngefähr in folgendem Verhältniß:

1te Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.
20	65	190	425	1100
6te Gr.	**7te Gr.**	**8te Gr.**	**9te Gr.**	
3200	13000	40000	142000.	

Die Zahl der dem unbewaffneten Auge deutlich erkennbaren Sternenmenge (über dem Horizont von Berlin 4022, über dem von Alexandrien 4638) scheint auf den ersten Blick auffallend gering.[5] Wenn man den mittleren Mondhalbmesser zu 15′ 33″,5 annimmt, so bedecken 195291 Vollmond-Flächen den ganzen Himmel. Bei der Annahme gleichmäßiger Vertheilung und der runden Zahl von 200000 Sternen aus den Classen 1ter bis 9ter Größe findet man demnach ohngefähr einen dieser Sterne für eine Vollmond-Fläche. Eben dies Resultat erklärt aber auch, wie unter einer bestimmten Breite der Mond nicht häufiger dem bloßen Auge sichtbare Sterne bedeckt. Wollte man die

Vorausberechnung der Sternbedeckungen bis zur 9ten Größe ausdehnen, so würde durchschnittlich nach Galle alle 44′ 30″ eine Sternbedeckung eintreffen; denn in dieser Zeit bestreicht der Mond jedesmal eine neue Fläche am Himmel, die seiner eigenen Fläche gleich ist. Sonderbar, daß Plinius, der gewiß Hipparchs Sternverzeichniß kannte, und der es ein kühnes Unternehmen nennt, „daß Hipparch der Nachwelt den Himmel wie zur Erbschaft hinterlassen wollte", an dem schönen italischen Himmel nur erst 1600 sichtbare Sterne zählte![6] Er war jedoch in dieser Schätzung schon tief zu den Sternen fünfter Größe herabgestiegen, während ein halbes Jahrhundert später Ptolemäus nur 1025 Sterne bis zu der 6ten Classe verzeichnete.

Seitdem man die Fixsterne nicht mehr bloß nach den Sternbildern aufzählte, denen sie angehörten, sondern sie nach ihren Beziehungen auf die großen Kreise des Aequators oder der Ekliptik, also nach Ortsbestimmungen, in Verzeichnisse eingetragen hat; ist der Zuwachs dieser Verzeichnisse wie ihre Genauigkeit von den Fortschritten der Wissenschaft und der Vervollkommnung der Instrumente abhängig gewesen. Von Timocharis und Aristyllus (283 vor Chr.) ist kein Sterncatalog auf uns gekommen; aber wenn sie auch, wie Hipparch in seinem, im siebenten Buche des Almagest (cap. 3 pag. 15 Halma) citirten Fragmente „über die Jahreslänge" sich ausdrückt, ihre Beobachtungen sehr roh (πάνυ ὀλοσχερῶς) anstellten, so kann doch kein Zweifel sein, daß beide die Abweichung vieler Sterne bestimmten und daß diese Bestimmungen der Fixstern-Tafel Hipparchs um fast anderthalb Jahrhunderte vorhergingen. Hipparch soll bekanntlich (wir haben aber für diese Thatsache das alleinige

Zeugniß des Plinius) durch die Erſcheinung eines neuen Sternes zu Ortsbeſtimmungen und Durchmuſterung des ganzen Firmaments angeregt worden ſein. Ein ſolches Zeugniß iſt mehrmals für den Nachhall einer ſpät erdichteten Sage erklärt[7] worden. Es muß allerdings auffallen, daß Ptolemäus derſelben gar nicht erwähnt; aber unläugbar iſt es doch, daß die plötzliche Erſcheinung eines hellleuchtenden Sternes in der Caſſiopeja (November 1572) Tycho zu ſeiner großen Catalogiſirung der Sterne veranlaßte. Nach einer ſcharfſinnigen Vermuthung von Sir John Herſchel[8] könnte ein 134 Jahre vor unſerer Zeitrechnung im Monat Julius (laut den chineſiſchen Annalen unter der Regierung von Wou-ti aus der Han-Dynaſtie) im Scorpion erſchienener neuer Stern wohl der ſein, deſſen Plinius erwähnt hat. Seine Erſcheinung fällt gerade 6 Jahre vor die Epoche, zu der (nach Ideler's Unterſuchungen) Hipparch ſein Sternverzeichniß anfertigte. Der den Wiſſenſchaften ſo früh entriſſene Eduard Biot hat dieſe Himmelsbegebenheit in der berühmten Sammlung des Ma-tuan-lin aufgefunden, welche alle Erſcheinungen der Cometen und ſonderbaren Sterne zwiſchen den Jahren 613 vor Chr. und 1222 nach Chr. enthält.

Das dreitheilige Lehrgedicht des Aratus[9], dem wir die einzige Schrift des Hipparch verdanken, welche auf uns gekommen iſt, fällt ohngefähr in die Zeit des Eratoſthenes, des Timocharis und Ariſtyllus. Der aſtronomiſche, nicht meteorologiſche Theil des Gedichts gründet ſich auf die Himmelsbeſchreibung des cnidiſchen Eudorus. Die Sterntafel des Hipparch ſelbſt iſt uns leider nicht erhalten; ſie machte nach Ideler[10] wahrſcheinlich den weſentlichſten Beſtandtheil ſeines von Suidas citirten Werkes über die

Anordnung des Fixsternhimmels und die Gestirne aus, und enthielt 1080 Positionen für das Jahr 128 vor unserer Zeitrechnung. In Hipparchs Commentar zum Aratus sind alle Positionen, wahrscheinlich mehr durch die Aequatorial-Armille als durch das Astrolabium bestimmt, auf den Aequator nach Rectascension und Abweichung bezogen; in dem Sternverzeichniß des Ptolemäus, das man ganz dem Hipparchus nachgebildet glaubt und das mit 5 sogenannten Nebeln 1025 Sterne enthält, sind sie an die Ekliptik [11] nach Angaben von Längen und Breiten geknüpft. Wenn man die Zahl der Fixsterne des Hipparch-Ptolemäischen Verzeichnisses (Almagest ed. Halma T. II. p. 83):

1te Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.	6te Gr.
15	45	208	474	217	49

mit den oben gegebenen Zahlen von Argelander vergleicht, so zeigt sich neben der zu erwartenden Vernachlässigung von Sternen 5ter und 6ter Größe ein sonderbarer Reichthum in den Classen 3ter und 4ter. Die Unbestimmtheit in den Schätzungen der Lichtstärke in älterer und neuerer Zeit macht freilich jede unmittelbare Vergleichung unsicher.

Wenn das sogenannte Ptolemäische Fixstern-Verzeichniß nur den 4ten Theil der in Rhodus und Alexandrien dem bloßen Auge sichtbaren Sterne enthält und wegen der fehlerhaften Präcessions-Reduction Positionen darbietet, als wären sie im Jahr 63 unserer Zeitrechnung bestimmt, so haben wir in den unmittelbar folgenden 16 Jahrhunderten nur drei für ihre Zeit vollständige und originelle Sterncataloge: den des Ulugh Beg (1437), des

Tycho (1600) und des Hevelius (1660). Mitten unter den Verheerungen des Krieges und wilder Staatsumwälzungen gelangte in kurzen Zwischenräumen der Ruhe von der Mitte des 9ten bis zu der des 15ten Jahrhunderts, unter Arabern, Persern und Mongolen, von Al-Mamun, dem Sohn des großen Harun Al-Raschid, bis zu dem Timuriden Mohammed Taraghi Ulugh Beg, dem Sohne von Schah Rokh, die beobachtende Sternkunde zu einem nie gesehenen Flor. Die astronomischen Tafeln von Ebn-Junis (1007), zur Ehre des fatimitischen Chalifen Aziz Ben-Hakem Biamrilla die Hakemitischen genannt, bezeugen, wie die ilkhanischen Tafeln [12] des Naßir-Eddin Tusi, des Erbauers der großen Sternwarte von Meragha unweit Tauris (1259), die fortgeschrittene Kenntniß der Planeten-Bewegungen, die Vervollkommnung der Meßinstrumente und die Vervielfältigung genauerer, von den Ptolemäischen abweichender Methoden. Neben der Klepsydra wurden nun auch schon Pendel-Oscillationen [13] als Zeitmaaß gebraucht.

Die Araber haben das große Verdienst gehabt zu zeigen, wie durch Vergleichung der Tafeln mit den Beobachtungen jene allmälig verbessert werden können. Der Sterncatalog von Ulugh Beig, ursprünglich persisch geschrieben, ist, einen Theil der südlichen, unter 39° 52′ Breite (?) nicht sichtbaren [14], Ptolemäischen Sterne abgerechnet, im Gymnasium zu Samarkand nach Original-Beobachtungen angefertigt. Er enthält ebenfalls nur erst 1019 Stern-Positionen, die auf das Jahr 1437 reducirt sind. Ein späterer Commentar liefert 300 Sterne mehr, welche Abu-Bekri Altizini 1533 beobachtete. So gelangen wir durch

Araber, Perſer und Mongolen bis zu der großen Zeit des Copernicus, faſt bis zu der von Tycho.

Die erweiterte Schifffahrt in den Meeren zwiſchen den Wendekreiſen und in großen ſüdlichen Breiten hat ſeit dem Anfang des 16ten Jahrhunderts auf die allmälig erweiterte Kenntniß des Firmaments mächtig, doch in geringerem Maaße wie die ein Jahrhundert ſpätere Anwendung der Fernröhre, gewirkt. Beide Mittel eröffneten neue, unbekannte Welträume. Was von der Pracht des ſüdlichen Himmels zuerſt von Amerigo Veſpucci, dann von Magellan's und Elcano's Begleiter Pigafetta verbreitet wurde; wie die ſchwarzen Flecken (Kohlenſäcke) von Vicente Yañez Pinzon und Acoſta, wie die Magellaniſchen Wolken von Anghiera und Andrea Corſali beſchrieben wurden: habe ich bereits an einem anderen Orte entwickelt [15]. Die beſchauende Aſtronomie ging auch hier der meſſenden voraus. Der Reichthum des Firmaments dem, wie allgemein bekannt, ſternarmen Südpol nahe wurde dergeſtalt übertrieben, daß der geniale Polyhiſtor Cardanus dort 10000 helle Sterne angiebt, die von Veſpucci mit bloßen Augen geſehen worden wären. [16] Erſt Friedrich Houtman und Petrus Theodori von Emden (der nach Olbers mit Dircksz Keyſer Eine Perſon war) traten als ernſte Beobachter auf. Sie maßen Sternabſtände auf Java und Sumatra; und die ſüdlichſten Sterne wurden nun in die Himmelskarten von Bartſch, Hondius und Bayer, wie durch Kepler's Fleiß in den Rudolphiniſchen Sterncatalog von Tycho eingetragen.

Kaum ein halbes Jahrhundert nach Magellan's Erdumſeglung beginnt Tycho's bewundernswürdige Arbeit über die Poſition der Fixſterne: an Genauigkeit alles übertreffend,

as die praktiſche Aſtronomie bisher geleiſtet hatte, ſelbſt
ie fleißigen Fixſtern-Beobachtungen des Landgrafen Wil-
elms IV zu Caſſel. Tycho's Catalog, von Kepler bearbeitet
nd herausgegeben, enthält doch wieder nur 1000 Sterne,
orunter höchſtens ¼ ſechster Größe. Dieſes Verzeichniß
nd das weniger gebrauchte des Hevelius, mit 1564 Orts-
eſtimmungen für das Jahr 1660, ſind die letzten, welche
wegen der eigenſinnigen Abneigung des Danziger Aſtro-
omen gegen die Anwendung der Fernröhre zu Meſſungen)
it dem unbewaffneten Auge angeſtellt wurden.

Dieſe Verbindung des Fernrohrs mit den Meßinſtru-
enten, das teleſcopiſche Sehen und Meſſen, bot endlich die
Möglichkeit von Ortsbeſtimmung der Sterne unter der 6ten
Größe (beſonders zwiſchen der 7ten und 12ten) dar. Die
ſtronomen wurden nun erſt dem eigentlichen Beſitz der
ixſternwelt näher gebracht. Zählungen und Orts-
eſtimmungen der ſchwächeren, teleſcopiſchen Sterne haben
ber nicht etwa bloß den Vortheil gewährt, durch Erwei-
rung des Horizonts der Beobachtung mehr von dem Inhalt
es Weltraumes erkennbar zu machen; ſie haben auch, was
och wichtiger iſt, mittelbar einen weſentlichen Einfluß auf
ie Kenntniß des Weltgebäudes und ſeiner Geſtaltung,
uf die Entdeckung neuer Planeten, auf die ſchnellere Be-
immung ihrer Bahnen ausgeübt. Als Wilhelm Herſchel
en glücklichen Gedanken hatte gleichſam das Senkblei in
ie Tiefen des Himmels zu werfen und in ſeinen Stern-
ichungen[17] die Sterne zu zählen, welche nach verſchie-
enen Abſtänden von der Milchſtraße durch das Geſichts-
eld ſeines großen Teleſcopes gingen; wurde das Geſetz der
it der Nähe der Milchſtraße zunehmenden Sternenmenge

aufgefunden, und mit dieſem Geſetz die Idee angeregt von der Exiſtenz großer concentriſcher, mit Millionen von Sternen erfüllter Ringe, welche die mehrfach getheilte Galaxis bilden. Die Kenntniß von der Zahl und gegenſeitigen Lage der ſchwächſten Sterne erleichtert, wie Galle's ſchnelle und glückliche Auffindung des Neptun und die mehrerer der ſogenannten kleinen Planeten bezeugen, die Entdeckung der planetariſchen, ihren Ort wie zwiſchen feſten Ufern verändernden Weltkörper. Ein anderer Umſtand läßt noch deutlicher die Wichtigkeit ſehr vollſtändiger Sternverzeichniſſe erkennen. Iſt der neue Planet einmal am Himmelsgewölbe entdeckt, ſo beſchleunigt ſeine zweite Entdeckung in einem älteren Poſitions-Catalog die ſchwierige Berechnung der Bahn. Ein jetzt vermißter, aber als einſt beobachtet verzeichneter Stern gewährt oft mehr, als, bei der Langſamkeit der Bewegung, viele folgende Jahre der ſorgfältigſten Meſſungen würden darbieten können. So ſind für Uranus der Stern No. 964 im Catalog von Tobias Mayer, für Neptun der Stern No. 26266 im Catalog von Lalande [18] von großer Wichtigkeit geweſen. Uranus iſt, ehe man ihn als Planeten erkannte, wie man jetzt weiß, 21mal beobachtet worden: 1mal, wie eben geſagt, von Tobias Mayer, 7mal von Flamſteed, 1mal von Bradley und 12mal von Le Monnier. Man kann ſagen, daß die zunehmende Hoffnung künftiger Entdeckungen planetariſcher Körper theils auf die Vollkommenheit der jetzigen Fernröhre (Hebe war bei der Entdeckung im Juli 1847 ein Stern 8.9ter Größe, dagegen im Mai 1849 nur 11ter Größe), theils und vielleicht mehr noch auf Vollſtändigkeit der Sternverzeichniſſe und die Sorgfalt der Beobachter gegründet ſei.

Seit dem Zeitpunkte, wo Morin und Gascoigne Fernröhre mit den meſſenden Inſtrumenten verbinden lehrten, war der erſte Sterncatalog, welcher erſchien, der der ſüdlichen Sterne von Halley. Er war die Frucht eines kurzen Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678, und enthielt, ſonderbar genug, doch keine Beſtimmung unter der 6ten Größe.[19] Früher hatte allerdings ſchon Flamſteed die Arbeit ſeines großen Sternatlas unternommen, aber das Werk dieſes berühmten Mannes erſchien erſt 1712. Ihm folgten: die Beobachtungen von Bradley (1750 bis 1762), welche auf die Entdeckung der Aberration und Nutation leiteten und von unſerem Beſſel durch ſeine Fundamenta Astronomiae (1818) gleichſam verherrlicht wurden;[20] die Sterncataloge von La Caille, Tobias Mayer, Cagnoli, Piazzi, Zach, Pond, Taylor, Groombridge, Argelander, Airy, Brisbane und Rümker.

Wir verweilen hier nur bei den Arbeiten, welche größere Maſſen[21] und einen wichtigen Theil deſſen liefern, was von Sternen 7ter bis 10ter Größe die Himmelsräume füllt. Der Catalog, welcher unter dem Namen von Jérôme de Lalande bekannt iſt, ſich aber allein auf Beobachtungen zwiſchen den Jahren 1789 und 1800 von ſeinem Neffen Le Français de Lalande und von Burckhardt gründet, hat ſpät erſt eine große Anerkennung erfahren. Er enthält nach der ſorgfältigen Bearbeitung (1847), welche man Francis Baily und der British Association for the Advancement of Science verdankt, 47390 Sterne, von denen viele 9ter und etwas unter der 9ten Größe ſind. Harding, der Entdecker der Juno, hat über 50000 Sterne in 27 Blätter eingetragen. Die große Arbeit der Zonen-Beobachtung von Beſſel, welche

75000 Beobachtungen umfaßt (in den Jahren 1825 bis 1833 zwiſchen — 15° und + 45° Abweichung), iſt mit rühmlichſter Sorgfalt von Argelander 1841 bis 1844 zu Bonn bis + 80° Abw. fortgeſetzt worden. Aus den Beſſel'ſchen Zonen von — 15° bis + 15° Abw. hat auf Veranſtaltung der Akademie zu St. Petersburg Weiße zu Krakau 31895 Sterne, unter denen allein 19738 von der 9ten Größe ſind, auf das Jahr 1825 reducirt.[22] Argelander's „Durchmuſterung des nördlichen Himmels von + 45° bis + 80° Abw." enthält an 22000 wohlbeſtimmte Sternörter.

Des großen Werks der Sternkarten der Berliner Akademie glaube ich nicht würdiger erwähnen zu können, als indem ich über die Veranlaſſung dieſes Unternehmens aus der gehaltvollen Gedächtnißrede auf Beſſel Encke's eigene Worte hier einſchalte: „An die Vervollſtändigung der Cataloge knüpft ſich die Hoffnung, alle beweglichen Himmelskörper, die wegen ihrer Lichtſchwäche dem Auge kaum unmittelbar die Veränderung ihres Ortes merklich werden laſſen, durch ſorgfältige Vergleichung der als feſte Punkte verzeichneten Sterne mit dem jedesmaligen Anblick des Himmels, aufzufinden und auf dieſem Wege die Kenntniß unſeres Sonnenſyſtems zu vollenden. So wie der vortreffliche Hardingiſche Atlas ein vervollſtändigtes Bild des geſtirnten Himmels iſt; wie Lalande's Histoire céleste, als Grundlage betrachtet, dieſes Bild zu geben vermochte: ſo entwarf Beſſel 1824, nachdem der erſte Hauptabſchnitt ſeiner Zonen-Beobachtungen vollendet war, den Plan, auf dieſe eine noch ſpeciellere Darſtellung des geſtirnten Himmels zu gründen, die nicht bloß das Beobachtete wiedergeben,

ſondern mit Conſequenz die Vollſtändigkeit erreichen ſollte, welche jede neue Erſcheinung unmittelbar wahrnehmen laſſen würde. Die Sternkarten der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften, nach Beſſel's Plane entworfen, haben, wenn ſie auch noch nicht den erſten vorgeſetzten Cyclus abſchließen konnten, doch ſchon den Zweck der Auffindung der neuen Planeten auf das glänzendſte erreicht, da ſie hauptſächlich, wenn auch nicht ganz allein, bis jetzt (1850) ſieben neue Planeten haben auffinden laſſen.“ [23] Von den 24 Blättern, welche den Theil des Himmels darſtellen ſollen, der ſich 15° zu beiden Seiten des Aequators erſtreckt, hat unſere Akademie bisher 16 herausgegeben. Sie enthalten möglichſt alle Sterne bis zur 9ten und theilweiſe bis zur 10ten Größe.

Die ohngefähren Schätzungen, die man über die Zahl der Sterne gewagt, welche mit den jetzigen großen raumdurchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel dem Menſchen ſichtbar ſein könnten, mögen hier auch ihren Platz finden. Struve nimmt für das Herſchel'ſche 20füßige Spiegelteleſcop, das bei den berühmten Stern-Aichungen (gauges, sweeps) angewandt wurde, mit 180maliger Vergrößerung, für die Zonen, welche zu beiden Seiten des Aequators 30° nördlich und ſüdlich liegen, 5800000, für den ganzen Himmel 20374000 an. In einem noch mächtigeren Inſtrumente, in dem 40füßigen Spiegelteleſcop, hielt Sir William Herſchel in der Milchſtraße allein 18 Millionen für ſichtbar. [24]

Nach einer ſorgfältigeren Betrachtung der nach Ortsbeſtimmung in Catalogen aufgeführten, ſowohl dem unbewaffneten Auge ſichtbaren als bloß teleſcopiſchen Fixſterne

wenden wir uns nun zu der Vertheilung und Gruppirung derſelben an der Himmelsdecke. Wir haben geſehen, wie bei der geringen und ſo überaus langſamen (ſcheinbaren und wirklichen) Ortsveränderung der einzelnen, theils durch die Präceſſion und den ungleichen Einfluß des Fortſchreitens unſeres Sonnenſyſtems, theils durch die ihnen eigene Bewegung, ſie als feſte Markſteine im unermeßlichen Weltraum zu betrachten ſind; als ſolche, welche alles zwiſchen ihnen mit größerer Schnelligkeit oder in anderen Richtungen Bewegte, alſo den teleſcopiſchen Cometen und Planeten Zugehörige, der aufmerkſamen Beobachtung offenbaren. Das erſte und Hauptintereſſe beim Anblick des Firmaments iſt ſchon wegen der Vielheit und überwiegenden Maſſe der Weltkörper, die den Weltraum füllen, auf die Fixſterne gerichtet; von ihnen geht in Bewunderung des Firmaments die ſtärkere ſinnliche Anregung aus. Die Bahn der Wandelſterne ſpricht mehr die grübelnde Vernunft an, der ſie, den Entwickelungsgang aſtronomiſcher Gedankenverbindung beſchleunigend, verwickelte Probleme darbietet.

Aus der Vielheit der an dem Himmelsgewölbe ſcheinbar, wie durch Zufall, vermengten großen und kleinen Geſtirne ſondern die roheſten Menſchenſtämme (wie mehrere jetzt ſorgfältiger unterſuchte Sprachen der ſogenannten wilden Völker bezeugen) einzelne und faſt überall dieſelben Gruppen aus, in welchen helle Sterne durch ihre Nähe zu einander, durch ihre gegenſeitige Stellung oder eine gewiſſe Iſolirtheit den Blick auf ſich ziehen. Solche Gruppen erregen die dunkle Ahndung von einer Beziehung der Theile auf einander; ſie erhalten, als Ganze betrachtet, einzelne Namen, die, von Stamm zu Stamm verſchieden, meiſt von organiſchen

Erderzeugniſſen hergenommen, die öden, ſtillen Räume phantaſtiſch beleben. So ſind früh abgeſondert worden das Siebengeſtirn (die Gluckhenne), die ſieben Sterne des Großen Wagens (der Kleine Wagen ſpäter, und nur wegen der wiederholten Form), der Gürtel des Orion (Jacobsſtab), Caſſiopeja, der Schwan, der Scorpion, das ſüdliche Kreuz (wegen des auffallenden Wechſels der Richtung vor und nach der Culmination), die ſüdliche Krone, die Füße des Centauren (gleichſam die Zwillinge des ſüdlichen Himmels) u. ſ. f.

Wo Steppen, Grasfluren oder Sandwüſten einen weiten Horizont darbieten, wird der mit den Jahreszeiten oder den Bedürfniſſen des Hirtenlebens und Feldbaues wechſelnde Auf- und Untergang der Conſtellationen ein Gegenſtand fleißiger Beachtung und allmälig auch ſymboliſirender Ideenverbindung. Die beſchauende, nicht meſſende Aſtronomie fängt nun an ſich mehr zu entwickeln. Außer der täglichen, allen Himmelskörpern gemeinſchaftlichen, Bewegung von Morgen gegen Abend wird bald erkannt, daß die Sonne eine eigene, weit langſamere, in entgegengeſetzter Richtung habe. Die Sterne, die nach ihrem Untergange am Abendhimmel ſtehen, ſinken mit jedem Tage tiefer zu ihr hinab und verlieren ſich endlich ganz in ihre Strahlen während der Dämmerung; dagegen entfernen ſich von der Sonne diejenigen Sterne, welche vor ihrem Aufgange am Morgenhimmel glänzen. Bei dem ſtets wechſelnden Schauſpiel des geſtirnten Himmels zeigen ſich immer andere und andere Conſtellationen. Mit einiger Aufmerkſamkeit wird leicht erkannt, daß es dieſelben ſind, welche zuvor im Weſten unſichtbar geworden waren; daß ohngefähr

nach einem halben Jahre diejenigen Sterne, welche ſich vorher in der Nähe der Sonne gezeigt hatten, ihr gegenüber ſtehen, untergehend bei ihrem Aufgange, aufgehend bei ihrem Untergange. Von Heſiod bis Eudoxus, von Eudoxus bis Aratus und Hipparch iſt die Litteratur der Hellenen voll Anſpielungen auf das Verſchwinden der Sterne in den Sonnenſtrahlen (den heliaciſchen oder Spätuntergang) wie auf das Sichtbar-Werden in der Morgendämmerung (den heliaciſchen oder Frühaufgang). Die genaue Beobachtung dieſer Erſcheinungen bot die früheſten Elemente der Zeitkunde dar: Elemente, nüchtern in Zahlen ausgedrückt; während gleichzeitig die Mythologie, bei heiterer oder düſterer Stimmung des Volksſinnes, fortfuhr mit unumſchränkter Willkühr in den hohen Himmelsräumen zu walten.

Die primitive griechiſche Sphäre (ich folge hier wieder, wie in der Geſchichte der phyſiſchen Weltanſchauung[25], den Unterſuchungen meines ſo früh dahingeſchiedenen geiſtreichen Freundes Letronne), die griechiſche Sphäre hat ſich nach und nach mit Sternbildern gefüllt, ohne daß man ſich dieſelben anfangs in irgend einer Beziehung zu der Ekliptik dachte. So kennen ſchon Homer und Heſiodus verſchiedene Sterngruppen und einzelne Sterne mit Namen bezeichnet: jener die Bärinn („die ſonſt der Himmelswagen genannt wird — und die allein niemals in Okeanos Bad ſich hinabtaucht"), den Bootes und den Hund des Orion; dieſer den Sirius und den Arctur; beide die Plejaden, die Hyaden und den Orion.[26] Wenn Homer zweimal ſagt, daß die Conſtellation der Bärinn allein ſich nie in das Meer taucht; ſo folgt daraus bloß,

daß zu ſeiner Zeit noch nicht in der griechiſchen Sphäre die Sternbilder des Drachen, des Cepheus und des kleinen Bären, welche auch nicht untergehen, vorhanden waren. Es wird keineswegs die Kenntniß von der Exiſtenz der einzelnen Sterne, die jene drei Cataſterismen bilden, geläugnet; nur ihre Reihung in Bilder. Eine lange, oft mißverſtandene Stelle des Strabo (lib. I pag. 3 Caſaub.) über Homer Il. XVIII, 485—489 beweiſt vorzugsweiſe, was hier wichtig iſt, die allmälige Aufnahme von Bildern in die griechiſche Sphäre. „Mit Unrecht", ſagt Strabo, „beſchuldigt man Homer der Unwiſſenheit, als habe er nur Eine Bärinn ſtatt zweier gekannt. Vermuthlich war die andere noch nicht verſternt; ſondern erſt ſeitdem die Phönicier dieſes Sternbild bezeichneten und zur Seefahrt benutzten, kam es auch zu den Hellenen." Alle Scholien zum Homer, Hygin und Diogenes aus Laerte ſchreiben die Einführung dem Thales zu. Der Pſeudo-Eratoſthenes hat den kleinen Bär *Φοινίκη* (gleichſam das phöniciſche Leitgeſtirn) genannt. Hundert Jahre ſpäter (Ol. 71) bereicherte Cleoſtratus von Tenedos die Sphäre mit dem Schützen, *Τοξότης*, und dem Widder, *κριός*.

In dieſe Epoche erſt, die der Gewaltherrſchaft der Piſiſtratiden, fällt nach Letronne die Einführung des Thierkreiſes in die alte griechiſche Sphäre. Eudemus aus Rhodos, einer der ausgezeichnetſten Schüler des Stagiriten, Verfaſſer einer „Geſchichte der Aſtronomie", ſchreibt die Einführung des Thierkreis-Gürtels (*ἡ τοῦ ζωδιακοῦ διάζωσις*, auch *ζωϊδιος κύκλος*) dem Oenopides von Chios, einem Zeitgenoſſen des Anaxagoras, zu. [27] Die Idee von der Beziehung der Planeten und Fixſterne auf die Sonnenbahn,

die Eintheilung der Ekliptik in zwölf gleiche Theile (Dodecatomerie) sind alt-chaldäisch, und höchst wahrscheinlich den Griechen aus Chaldäa selbst und nicht aus dem Nilthale, am frühesten im Anfang des 5ten oder im 6ten Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung[28], überkommen. Die Griechen schnitten nur aus den in ihrer primitiven Sphäre schon früher verzeichneten Sternbildern diejenigen aus, welche der Ekliptik am nächsten lagen und als Thierkreis-Bilder gebraucht werden konnten. Wäre mehr als der Begriff und die Zahl der Abtheilungen (Dodecatomerie) eines Thierkreises, wäre der Thierkreis selbst mit seinen Bildern einem fremden Volke von den Griechen entlehnt worden: so würden diese nicht ursprünglich sich mit 11 Bildern begnügt, nicht den Scorpion zu zwei Abtheilungen angewandt, nicht Zodiacal-Bilder erfunden haben, deren einige, wie Stier, Löwe, Fische und Jungfrau, mit ihren Umrissen 35° bis 48°; andere, wie Krebs, Widder und Steinbock, nur 19° bis 23° einnehmen; welche unbequem nördlich und südlich um die Ekliptik schwanken: bald weit getrennt; bald, wie Stier und Widder, Wassermann und Steinbock, eng gedrängt und fast in einander eingreifend. Diese Verhältnisse bezeugen, daß man früher gebildete Catasterismen zu Zodiacal-Zeichen stempelte.

Das Zeichen der Wage wurde nach Letronne's Vermuthung zu Hipparchs Zeiten, vielleicht durch ihn selbst, eingeführt. Eudorus, Archimedes, Autolycus, und selbst Hipparch, in dem wenigen, was wir von ihm besitzen (eine einzige, wahrscheinlich von einem Copisten verfälschte Stelle[29] abgerechnet), erwähnen ihrer nie. Das neue Zeichen kommt erst bei Geminus und Varro, kaum ein halbes

Jahrhundert vor unſerer Zeitrechnung, vor; und da der Hang zur Aſtrologie bald mächtig in die römiſche Volksſitte einbrach, von Auguſt bis Antonin, ſo erhielten auch diejenigen Sternbilder, „die am himmliſchen Sonnenwege lagen", eine erhöhte, phantaſtiſche Wichtigkeit. Der erſten Hälfte dieſes Zeitraums römiſcher Weltherrſchaft gehören die ägyptiſchen Thierkreis-Bilder in Dendera, Esne, dem Propylon von Panopolis und einiger Mumiendeckel an: wie Visconti und Teſta ſchon zu einer Epoche behauptet haben, wo noch nicht alle Materialien für die Entſcheidung der Frage geſammelt waren, und wilde Hypotheſen herrſchten über die Bedeutung jenes ſymboliſchen Zodiacal-Zeichens und deſſen Abhängigkeit von der Präceſſion der Nachtgleichen. Das hohe Alter, welches Auguſt Wilhelm von Schlegel den in Indien gefundenen Thierkreiſen nach Stellen aus Manu's Geſetzbuch, aus Valmiki's Ramayana und aus Amaraſinha's Wörterbuch beilegen wollte, iſt nach Adolph Holtzmann's ſcharfſinnigen Unterſuchungen ſehr zweifelhaft geworden. [30]

Die durch den Lauf der Jahrhunderte ſo zufällig entſtandene, künſtliche Gruppirung der Sterne zu Bildern, ihre oft unbequeme Größe und ſchwankenden Umriſſe; die verworrene Bezeichnung der einzelnen Sterne in den Conſtellationen, mit Erſchöpfung mehrerer Alphabete, wie in dem Schiffe Argo; das geſchmackloſe Vermiſchen mythiſcher Perſonen mit der nüchternen Proſa von phyſikaliſchen Inſtrumenten, chemiſchen Oefen und Pendeluhren am ſüdlichen Himmel hat mehrmals zu Vorſchlägen geleitet über neue, ganz bildloſe Eintheilungen des Himmelsgewölbes. Für die ſüdliche Hemiſphäre, wo Scorpion,

Schütze, Centaur, das Schiff und der Eridanus allein einen alten dichterischen Besitz haben, schien das Unternehmen weniger gewagt. [31]

Der Fixsternhimmel (orbis inerrans des Apulejus), der uneigentliche Ausdruck Fixsterne (astra fixa des Manilius) erinnern, wie wir schon oben in der Einleitung zur Astrognosie [32] bemerkt, an die Verbindung, ja Verwechselung der Begriffe von Einheftung und absoluter Unbeweglichkeit (Fixität). Wenn Aristoteles die nicht wandernden Weltkörper (ἀπλανῆ ἄστρα) eingeheftete (ἐνδεδεμένα), wenn Ptolemäus sie angewachsene (προσπεφυκότες) nennt, so beziehen sich zunächst diese Benennungen auf die Vorstellung des Anaximenes von der krystallartigen Sphäre. Die scheinbare Bewegung aller Fixsterne von Osten nach Westen, während daß ihr Abstand unter einander sich gleich blieb, hatte diese Hypothese erzeugt. „Die Fixsterne (ἀπλανῆ ἄστρα) gehören der oberen, von uns entfernteren Region, in der sie wie Nägel an den Krystallhimmel angeheftet sind; die Planeten (ἄστρα πλανώμενα oder πλανητά), welche eine entgegengesetzte Bewegung haben, gehören der unteren, näheren Region an.“ [33] Wenn bei Manilius schon in der früheſten Zeit der Cäsaren stella fixa für infixa oder affixa gesagt wurde, so läßt sich annehmen, daß die Schule in Rom anfangs doch nur der ursprünglichen Bedeutung des Angeheftet-Seins anhing; aber da das Wort fixus auch die Bedeutung der Unbeweglichkeit einschloß, ja für synonym mit immotus und immobilis genommen werden konnte, so war es leicht, daß der Volksglaube oder vielmehr der Sprachgebrauch allmälig an eine stella fixa vorzugsweise die Idee der Unbeweglichkeit

knüpfte, ohne der festen Sphäre zu gedenken, an die sie geheftet ist. So durfte Seneca die Fixsternwelt fixum et immobilem populum nennen.

Wenn wir auch nach Stobäus und dem Sammler der „Ansichten der Philosophen" die Benennung Krystallhimmel bis zur frühen Zeit des Anaximenes hinaufführen; so finden wir doch die Idee, welche der Benennung zum Grunde liegt, erst schärfer bei Empedocles entwickelt. Den Fixsternhimmel hält dieser für eine feste Masse, welche aus dem durch Feuer krystallartig starr gewordenen Aether gebildet wurde. [34] Der Mond ist ihm ein durch die Kraft des Feuers hagelartig geronnener Körper, welcher sein Licht von der Sonne erhält. Der ursprüngliche Begriff des Durchsichtigen, Geronnenen, Erstarrten würde nach der Physik der Alten [35] und ihren Begriffen vom Festwerden des Flüssigen nicht unmittelbar auf Kälte und Eis führen; aber die Verwandtschaft von κρύσταλλος mit κρύος und κρυσταίνω, wie die Vergleichung mit den durchscheinendsten aller Körper, veranlaßten die bestimmteren Behauptungen, daß das Himmelsgewölbe aus Eis oder aus Glas bestehe. So finden wir bei Lactantius: coelum aërem glaciatum esse, und vitreum coelum. Empedocles hat gewiß noch nicht an phönicisches Glas, wohl aber an Luft gedacht, die durch feurigen Aether in einen durchsichtigen festen Körper zusammengeronnen ist. Die Idee des Durchsichtigen war in der Vergleichung mit dem Eise, κρύσταλλος, das Vorherrschende; man dachte nicht an Ursprung des Eises durch Kälte, sondern zunächst nur an ein durchsichtiges Verdichtetes. Wenn der Dichter das Wort Krystall selbst brauchte, so bedient sich die Prose (wie die in der 34ten

Anmerkung angeführte Stelle des Achilles Tatius, des Commentators von Aratus, bezeugt) nur des Ausdrucks: krystallähnlich, κρυσταλλοειδής. Eben so bedeutet πάγος (von πήγνυσθαι, fest werden) ein Stück Eis, wobei bloß die Verdichtung in Betracht gezogen wird.

Durch die Kirchenväter, welche spielend 7 bis 10, wie Zwiebelhäute über einander gelagerte, gläserne Himmelsschichten annahmen, ist diese Ansicht des krystallenen Gewölbes in das Mittelalter übergegangen; ja sie hat sich selbst in einigen Klöstern des südlichen Europa erhalten, wo zu meinem Erstaunen ein ehrwürdiger Kirchenfürst mir, nach dem so viel Aufsehen erregenden Aërolithenfall bei Aigle, die Meinung äußerte: was wir mit einer vitrificirten Rinde bedeckte Meteorsteine nennten, wären nicht Theile des gefallenen Steines selbst, sondern ein Stück des durch den Stein zerschlagenen krystallenen Himmels. Kepler, zuerst durch die Betrachtung über die alle Planetenbahnen durchschneidenden Cometen veranlaßt, hat sich schon drittehalb Jahrhunderte früher gerühmt [36] die 77 homocentrischen Sphären des berühmten Girolamo Fracastoro, wie alle älteren rückwirkenden Epicykeln zerstört zu haben. Wie so große Geister als Eudorus, Menächmus, Aristoteles und Apollonius von Pergä sich die Möglichkeit des Mechanismus und der Bewegung starrer, in einander greifender, die Planeten führender Sphären gedacht haben; ob sie diese Systeme von Ringen nur als ideale Anschauungen, als Fictionen der Gedankenwelt betrachteten, nach denen schwierige Probleme des Planetenlaufs erklärt und annähernd berechnet werden könnten: sind Fragen, welche ich schon an einem anderen Orte [37] berührt habe und

welche für die Geschichte der Astronomie, wenn sie Entwickelungsperioden zu unterscheiden strebt, nicht ohne Wichtigkeit sind.

Ehe wir von der uralten, aber künstlichen, Zodiacal-Gruppirung der Fixsterne, wie man sich dieselben an feste Sphären angeheftet dachte, zu ihrer natürlichen, reellen Gruppirung und den schon erkannten Gesetzen relativer Vertheilung übergehen, müssen wir noch bei einigen sinnlichen Erscheinungen der einzelnen Weltkörper: ihren überdeckenden Strahlen, ihren scheinbaren, unwahren Durchmessern und der Verschiedenheit ihrer Farbe, verweilen. Von dem Einfluß der sogenannten Sternschwänze, welche der Zahl, Lage und Länge nach bei jedem Individuum verschieden sind, habe ich schon bei den Betrachtungen über die Unsichtbarkeit der Jupitersmonde[38] gehandelt. Das undeutliche Sehen (la vue indistincte) hat vielfache organische Ursachen, welche von der Aberration der Sphäricität des Auges, von der Diffraction an den Rändern der Pupille oder an den Wimpern, und von der sich mehr oder weniger weit aus einem gereizten Punkte fortpflanzenden Irritabilität der Netzhaut abhangen.[39] Ich sehe sehr regelmäßig acht Strahlen unter Winkeln von 45° bei Sternen 1ter bis 3ter Größe. Da nach Hassenfratz diese Strahlungen sich auf der Krystallinse kreuzende Brennlinien (caustiques) sind, so bewegen sie sich, je nachdem man den Kopf nach einer oder der anderen Seite neigt.[40] Einige meiner astronomischen Freunde sehen nach oben hin 3, höchstens 4 Strahlen, und nach unten gar keine. Merkwürdig hat es mir immer geschienen, daß die alten Aegypter den Sternen regelmäßig nur 5 Strahlen (also um je 72°

entfernt) geben, ſo daß dies Sternzeichen nach Horapollo hieroglyphiſch die Zahl 5 bedeuten ſoll[41].

Die Sternſchwänze verſchwinden, wenn man das Bild der ſtrahlenden Sterne (ich habe oft Canopus wie Sirius auf dieſe Weiſe beobachtet) durch ein ſehr kleines mit einer Nadel in eine Karte gemachtes Loch empfängt. Eben ſo iſt es bei dem teleſcopiſchen Sehen mit ſtarker Vergrößerung, in welchem die Geſtirne entweder als leuchtende Punkte von intenſiverem Lichte oder auch wohl als überaus kleine Scheiben ſich darſtellen. Wenn gleich das ſchwächere Funkeln der Fixſterne unter den Wendekreiſen einen gewiſſen Eindruck der Ruhe gewährt, ſo würde mir doch, bei unbewaffnetem Auge, eine völlige Abweſenheit aller Sternſtrahlung das Himmelsgewölbe zu veröden ſcheinen. Sinnliche Täuſchung, undeutliches Sehen vermehren vielleicht die Pracht der leuchtenden Himmelsdecke. Arago hat ſchon längſt die Frage aufgeworfen: warum trotz der großen Lichtſtärke der Fixſterne erſter Größe man nicht dieſe, und doch den äußerſten Rand der Mondſcheibe[42] am Horizonte beim Aufgehen erblicke?

Die vollkommenſten optiſchen Werkzeuge, die ſtärkſten Vergrößerungen geben den Fixſternen falſche Durchmeſſer (spurious disks, diamètres factices), welche nach Sir John Herſchel's Bemerkung[43] „bei gleicher Vergrößerung um ſo kleiner werden, als die Oeffnung des Fernrohrs wächſt". Verfinſterungen der Sterne durch die Mondſcheibe beweiſen, wie Ein- und Austritt dergeſtalt augenblicklich ſind, daß keine Fraction einer Zeitſecunde für die Dauer erkannt werden kann. Das oft beobachtete Phänomen des ſogenannten Klebens des eintretenden Sternes auf der Mondſcheibe

iſt ein Phänomen der Lichtbeugung, welches in keinem Zuſammenhange mit der Frage über die Sterndurchmeſſer ſteht. Wir haben ſchon an einem anderen Orte erinnert, daß Sir William Herſchel bei einer Vergrößerung von 6500 Mal den Durchmeſſer von Wega noch 0″, 36 fand. Das Bild des Arcturus wurde in einem dichten Nebel ſo verkleinert, daß die Scheibe noch unter 0″, 2 war. Auffallend iſt es, wie wegen der Täuſchung, welche die Sternſtrahlung erregt, vor der Erfindung des teleſcopiſchen Sehens Kepler und Tycho dem Sirius Durchmeſſer von 4′ und 2′ 20″ zuſchrieben.[44] Die abwechſelnd lichten und dunkeln Ringe, welche die kleinen falſchen Sternſcheiben bei Vergrößerungen von zwei- bis dreihundert Mal umgeben und die bei Anwendung von Diaphragmen verſchiedener Geſtalt iriſiren, ſind gleichzeitig die Folgen der Interferenz und der Diffraction, wie Arago's und Airy's Beobachtungen lehren. Die kleinſten Gegenſtände, welche teleſcopiſch noch deutlich als leuchtende Punkte geſehen werden (doppelte Doppelſterne, wie ε der Leier; der 5te und 6te Stern, den Struve im Jahr 1826 und Sir John Herſchel im Jahr 1832 im Trapezium des großen Nebelfleckes des Orion entdeckt haben[45], welches der vierfache Stern θ des Orion bildet), können zur Prüfung der Vollkommenheit und Lichtfülle optiſcher Inſtrumente, der Refractoren wie der Reflectoren, angewandt werden.

Eine Farbenverſchiedenheit des eigenthümlichen Lichtes der Fixſterne wie des reflectirten Lichtes der Planeten iſt von früher Zeit an erkannt; aber die Kenntniß dieſes merkwürdigen Phänomens iſt erſt durch das teleſcopiſche Sehen, beſonders ſeitdem man ſich lebhaft mit den

Doppelſternen beſchäftigt hat, wunderſam erweitert worden. Es iſt hier nicht von dem Farbenwechſel die Rede, welcher, wie ſchon oben erinnert worden iſt, das Funkeln auch in den weißeſten Geſtirnen begleitet; noch weniger von der vorübergehenden, meiſt röthlichen Färbung, welche nahe am Horizont wegen der Beſchaffenheit des Mediums (der Luftſchichten, durch die wir ſehen) das Sternlicht erleidet: ſondern von dem weißen oder farbigen Sternlichte, das als Folge eigenthümlicher Lichtproceſſe und der ungleichen Conſtitution ſeiner Oberfläche jeder Weltkörper ausſtrahlt. Die griechiſchen Aſtronomen kennen bloß rothe Sterne: während die neueren an der geſtirnten Himmelsdecke, in den vom Licht durchſtrömten Gefilden, wie in den Blumenkronen der Phanerogamen und den Metall-Oxyden faſt alle Abſtufungen des prismatiſchen Farbenbildes zwiſchen den Extremen der Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, teleſcopiſch aufgefunden haben. Ptolemäus nennt in ſeinem Fixſtern-Catalog 6 Sterne ὑπόχιρροι, feuerröthlich[46]: nämlich Arcturus, Aldebaran, Pollux, Antares, α des Orion (die rechte Schulter) und Sirius. Cleomedes vergleicht ſogar Antares im Scorpion mit der Röthe[47] des Mars, der ſelbſt bald πυρρὸς, bald πυροειδὴς genannt wird.

Von den 6 oben aufgezählten Sternen haben 5 noch zu unſerer Zeit ein rothes oder röthliches Licht. Pollux wird noch als röthlich, aber Caſtor als grünlich aufgeführt.[48] Sirius gewährt demnach das einzige Beiſpiel einer hiſtoriſch erwieſenen Veränderung der Farbe, denn er hat gegenwärtig ein vollkommen weißes Licht. Eine große Naturrevolution[49] muß allerdings auf der Oberfläche oder in der

Photosphäre eines solchen Fixsternes (einer fernen Sonne, wie schon Aristarch von Samos die Fixsterne würde genannt haben) vorgegangen sein, um den Proceß zu stören, vermöge dessen die weniger brechbaren rothen Strahlen durch Entziehung (Absorption) anderer Complementar-Strahlen (sei es in der Photosphäre des Sternes selbst, sei es in wandernden kosmischen Gewölken) vorherrschend wurden. Es wäre zu wünschen, da dieser Gegenstand bei den großen Fortschritten der neueren Optik ein lebhaftes Interesse auf sich gezogen hat, daß man die Epoche einer solchen Naturbegebenheit, des Verschwindens der Röthung des Sirius, durch Bestimmung gewisser Zeitgrenzen, auffinden könne. Zu Tycho's Zeit hatte Sirius gewiß schon weißes Licht; denn als man mit Verwunderung den neuen in der Cassiopeja 1572 erschienenen blendend weißen Stern im Monat März 1573 sich röthen und im Januar 1574 wieder weiß werden sah, wurde der rothe Stern mit Mars und Aldebaran, aber nicht mit Sirius verglichen. Vielleicht möchte es Sédillot oder anderen mit der arabischen und persischen Astronomie vertrauten Philologen glücken in den Zeitabständen von El-Batani (Albategnius) und El-Fergani (Alfraganus) bis Abdurrahman Sufi und Ebn-Junis (von 880 bis 1007), von Ebn-Junis bis Naßir-Eddin und Ulugh Beg (von 1007 bis 1437) irgend ein Zeugniß für die damalige Farbe des Sirius aufzufinden. El-Fergani (eigentlich Mohammed Ebn-Kethir El-Fergani), welcher schon in der Mitte des 10ten Jahrhunderts zu Rakka (Aracte) am Euphrat beobachtete, nennt als rothe Sterne (stellae ruffae sagt die alte lateinische Uebersetzung von 1590) wohl den Aldebaran und, räthselhaft

genug[50], die jetzt gelbe, kaum röthlich gelbe Capella; nicht aber den Sirius. Allerdings würde es auffallend sein, wäre Sirius zu seiner Zeit schon nicht mehr roth gewesen, daß El-Fergani, der überall dem Ptolemäus folgt, die Farbenveränderung in einem so berühmten Stern nicht sollte bezeichnet haben. Negative Gründe sind allerdings selten beweisend; und auch bei Beteigeuze (α Orionis), der jetzt noch roth ist wie zu des Ptolemäus Zeiten, erwähnt El-Fergani in derselben Stelle der Farbe nicht.

Es ist längst anerkannt, daß unter allen hell leuchtenden Fixsternen des Himmels Sirius in chronologischer Hinsicht, wie in seiner historischen Anknüpfung an die früheste Entwickelung menschlicher Cultur im Nilthale, die erste und wichtigste Stelle einnimmt. Die Sothis-Periode und der heliacische Aufgang der Sothis (Sirius), über die Biot eine vortreffliche Arbeit geliefert hat, verlegt nach den neuesten Untersuchungen von Lepsius[51] die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders in jene uralte Epoche von fast 33 Jahrhunderten vor unserer Zeitrechnung, „in welcher nicht nur die Sommer-Sonnenwende und folglich der Anfang des Nil-Anschwellens auf den Tag des ersten Wassermonats (auf den ersten Pachon) fiel, sondern auch der heliacische Aufgang der Sothis". Die neuesten, bisher unveröffentlichten, etymologischen Versuche über Sothis und Sirius aus dem Koptischen, dem Zend, Sanskrit und Griechischen werde ich in eine Note[52] zusammendrängen: welche nur denen willkommen sein kann, die aus Liebe zur Geschichte der Astronomie in den Sprachen und ihrer Verwandtschaft Denkmäler des früheren Wissens erkennen.

Entſchieden weiß ſind gegenwärtig, außer Sirius: Wega, Deneb, Regulus und Spica; auch unter den kleinen Doppelſternen zählt Struve an 300 auf, in denen beide Sterne weiß ſind.[53] Gelbes und gelbliches Licht haben Procyon, Atair, der Polarſtern und beſonders β des Kleinen Bären. Von rothen und röthlichen großen Sternen haben wir ſchon Beteigeuze, Arcturus, Aldebaran, Antares und Pollux genannt. Rümker findet γ Crucis von ſchöner rother Farbe; und mein vieljähriger Freund, Capitän Bérard, ein vortrefflicher Beobachter, ſchrieb aus Madagascar 1847, daß er ſeit einigen Jahren auch α Crucis ſich röthen ſehe. Der durch Sir John Herſchel's Beobachtungen berühmt gewordene Stern im Schiffe, η Argûs, deſſen ich bald umſtändlicher erwähnen werde, verändert nicht bloß ſeine Lichtſtärke, er verändert auch ſeine Farbe. Im Jahr 1843 fand in Calcutta Herr Mackay dieſen Stern an Farbe dem Arcturus gleich, alſo röthlich gelb[54]; aber in Briefen aus Santiago de Chile vom Februar 1850 nennt ihn Lieutenant Gilliß von dunklerer Farbe als Mars. Sir John Herſchel giebt am Schluß ſeiner Capreiſe ein Verzeichniß von 76 rubinfarbigen (ruby coloured) kleinen Sternen 7ter bis 9ter Größe. Einige erſcheinen im Fernrohr wie Blutstropfen. Auch die Mehrzahl der veränderlichen Sterne wird als roth und röthlich beſchrieben.[55] Ausnahmen machen: Algol am Kopf der Meduſa, β Lyrae, ε Aurigae...; die ein rein weißes Licht haben. Mira Ceti, deren periodiſcher Lichtwechſel am früheſten erkannt[56] worden iſt, hat ein ſtark röthliches Licht; aber die Veränderlichkeit von Algol, β Lyrae... beweiſt, daß die rothe Farbe nicht eine nothwendige Bedingung der Lichtveränderung

ſei, wie denn auch mehrere rothe Sterne nicht zu den veränderlichen gehören. Die lichtſchwächſten Sterne, in denen noch Farben zu unterſcheiden ſind, gehören nach Struve in die 9te und 10te Größe. Der blauen Sterne hat zuerſt[57] Mariotte 1686 in ſeinem Traité des couleurs gedacht. Bläulich iſt η der Leier. Ein kleiner Sternhaufen von $3\frac{1}{2}$ Minute Durchmeſſer am ſüdlichen Himmel beſteht nach Dunlop bloß aus blauen Sternchen. Unter den Doppelſternen giebt es viele, in welchen der Hauptſtern weiß und der Begleiter blau iſt; einige, in denen Hauptſtern und Begleiter beide ein blaues Licht[58] haben (ſo δ Serp. und 59 Androm.). Bisweilen ſind, wie in dem, von Lacaille für einen Nebelfleck gehaltenen Sternſchwarm bei $\varkappa$ des ſüdlichen Kreuzes, über hundert vielfarbige (rothe, grüne, blaue und blaugrüne) Sternchen ſo zuſammengedrängt, daß ſie wie polychrome Edelgeſteine (like a superb piece of fancy jewellery[59]) in großen Fernröhren erſcheinen.

Die Alten glaubten in der Stellung gewiſſer Sterne erſter Größe eine merkwürdige ſymmetriſche Anordnung zu erkennen. So war ihre Aufmerkſamkeit vorzugsweiſe auf die ſogenannten vier königlichen Geſtirne, welche ſich in der Sphäre gegenüber ſtehen, auf Aldebaran und Antares, Regulus und Fomalhaut, gerichtet. Wir finden dieſer regelmäßigen Anordnung, die ich ſchon an einem anderen Orte[60] behandelt, ausführlich bei einem ſpäten römiſchen Schriftſteller, aus der conſtantiniſchen Zeit, dem Julius Firmicus Maternus[61], erwähnt. Die Rectaſcenſional-Unterſchiede der königlichen Sterne, stellae regales, ſind: $11^h\,57'$ und $12^h\,49'$. Die Wichtigkeit, welche man dieſem Gegenſtande beilegte, iſt wahrſcheinlich auf

Ueberlieferungen aus dem Orient gegründet, welche unter den Cäſaren mit einer großen Vorliebe zur Aſtrologie in das römiſche Reich eindrangen. Eine dunkle Stelle des Hiob (9, 9), in welcher „den Kammern des Südens“ der Schenkel, d. i. das Nordgeſtirn des Großen Bären (der berühmte Stierſchenkel auf den aſtronomiſchen Darſtellungen von Dendera und in dem ägyptiſchen Todtenbuche) entgegengeſetzt wurde, ſcheint ebenfalls durch 4 Sternbilder die 4 Himmelsgegenden bezeichnen zu wollen.[62]

Wenn dem Alterthum, ja dem ſpäten Mittelalter ein großer und ſchöner Theil des ſüdlichen Himmels jenſeits der Geſtirne von 53° ſüdlicher Abweichung verhüllt geblieben war, ſo wurde die Kenntniß des Südhimmels ohngefähr hundert Jahre vor der Erfindung und Anwendung des Fernrohrs allmälig vervollſtändigt. Zur Zeit des Ptolemäus ſah man am Horizont von Alexandrien: den Altar; die Füße des Centaur; das ſüdliche Kreuz, zum Centaur gerechnet oder auch wohl[63] zu Ehren des Auguſtus (nach Plinius) Caesaris Thronus genannt; endlich Canopus (Canobus) im Schiffe, den der Scholiaſt zum Germanicus[64] das Ptolemaeon nennt. Im Catalog des Almageſt iſt auch der Stern erſter Größe, der letzte im Fluſſe Eridanus (arabiſch achir el-nahr), Achernar, aufgeführt, ob er gleich 9° unter dem Horizont war. Eine Nachricht von der Exiſtenz dieſes Sternes war alſo dem Ptolemäus aus ſüdlicheren Schifffahrten im rothen Meere oder zwiſchen Ocelis und dem malabariſchen Stapelplatze Muziris[65] zugeführt worden. Die Vervollkommnung der Nautik führte längs der weſtlichen afrikaniſchen Küſte allerdings ſchon

1484 Diego Cam in Begleitung von Martin Behaim, 1487 Bartholomäus Diaz, 1497 Gama auf der Fahrt nach Oſtindien weit über den Aequator hinaus und in die antarctiſchen Gewäſſer bis 35° ſüdlicher Breite; aber die erſte ſpecielle Beachtung der großen Geſtirne und Nebelflecke, die Beſchreibung der Magellaniſchen Wolken und der Kohlenſäcke, ja der Ruf von den „Wundern des im Mittelmeere nicht geſehenen Himmels", gehört der Epoche von Vincent Yañez Pinzon, Amerigo Veſpucci und Andrea Corſali zwiſchen 1500 und 1515 an. Sternabſtände am ſüdlichen Himmel wurden am Ende des 16ten Jahrhunderts und im Anfang des 17ten gemeſſen.[66]

In der Vertheilung der Fixſterne an dem Himmelsgewölbe hat man erſt angefangen gewiſſe Geſetze relativer Verdichtung zu erkennen, ſeitdem William Herſchel im Jahr 1785 auf den glücklichen Gedanken verfiel die Zahl der Sterne in demſelben Geſichtsfelde von 15′ Durchmeſſer in ſeinem 20füßigen Spiegelteleſcop in verſchiedenen Höhen und Richtungen zu ſchätzen. Dieſer mühevollen Methode der Aichungen (franz. jauges, engl. process of gauging the heavens, star-gauges) iſt in dieſem Werke ſchon mehrmals gedacht worden. Das Geſichtsfeld umfaßte jedesmal nur $^1/_{833000}$ des ganzen Himmels; und ſolche Aichungen über die ganze Sphäre würden, nach einer Bemerkung von Struve, an 83 Jahre[67] dauern. Man muß bei den Unterſuchungen über die partielle Vertheilung der Geſtirne beſonders die Größenclaſſe, zu der ſie photometriſch gehören, in Anſchlag bringen. Wenn man bei den hellen Sternen der erſten 3 oder 4 Größenclaſſen ſtehen bleibt, ſo findet man dieſe im ganzen ziemlich gleichförmig[68] vertheilt,

doch örtlich in der südlichen Hemisphäre von ε des Orion bis α des Kreuzes vorzugsweise in eine prachtvolle Zone in der Richtung eines größten Kreises zusammengedrängt. Das so verschiedene Urtheil, welches von Reisenden über die relative Schönheit des südlichen und nördlichen Himmels gefällt wird, hängt, wie ich glaube, oft nur von dem Umstande ab, daß einige der Beobachter die südlichen Regionen zu einer Zeit besucht haben, in welcher der schönste Theil der Constellationen bei Tage culminirt. Durch die Aichungen beider Herschel an dem nördlichen und südlichen Himmelsgewölbe ergiebt sich, daß die Fixsterne von der 5ten und 6ten Ordnung herab bis unter die 10te und 15te Größe (besonders also die telescopischen) an Dichtigkeit regelmäßig zunehmen, je nachdem man sich den Ringen der Milchstraße (ὁ γαλαξίας κύκλος) nähert; daß es demnach Pole des Stern-Reichthums und Pole der Stern-Armuth giebt, letztere rechtwinklig der Hauptaxe der Milchstraße. Die Dichte des Sternlichts ist am kleinsten in den Polen des galactischen Kreises; sie nimmt aber zu, erst langsam und dann schneller und schneller, von allen Seiten mit der galactischen Polar-Distanz.

Durch eine scharfsinnige und sorgfältige Behandlung der Resultate der vorhandenen Aichungen findet Struve, daß, im Mittel, im Inneren der Milchstraße 29,4mal (fast 30mal) so viel Sterne liegen als in den Regionen, welche die Pole der Milchstraße umgeben. Bei nördlichen galactischen Polar-Distanzen von 0°, 30°, 60°, 75° und 90° sind die Verhältnißzahlen der Sterne in einem Felde des Teleskops von 15′ Durchmesser: 4,15; 6,52; 17,68; 30,30 und 122,00. In der Vergleichung beider Zonen

findet sich trotz großer Aehnlichkeit in dem Gesetze der Zunahme des Stern-Reichthums doch wieder ein absolutes Uebergewicht der Sternmenge[69] auf Seiten des schöneren südlichen Himmels.

Als ich im Jahr 1843 den Ingenieur-Hauptmann Schwinck freundschaftlich aufforderte mir die Vertheilung der 12148 Sterne (1ᵐ bis 7ᵐ inclus.), welche er auf Bessel's Anregung in seine Mappa coelestis eingetragen, nach Rectascensions-Verschiedenheit mitzutheilen, fand er in 4 Gruppen:

Rectasc.	von	50°—140°	Zahl	der Sterne	3147
„	„	140°—230°	„	„ „	2627
„	„	230°—320°	„	„ „	3523
„	„	320°— 50°	„	„ „	2851.

Diese Gruppen stimmen mit den noch genaueren Resultaten der Études stellaires überein, nach denen von Sternen 1ᵐ bis 9ᵐ die Maxima in Rectasc. in 6ʰ 40′ und 18ʰ 40′, die Minima in 1ʰ 30′ und 13ʰ 30′ fallen.[70]

Unter der zahllosen Menge von Sternen, die an dem Himmel glänzen, sind wesentlich von einander zu unterscheiden, in Hinsicht auf die muthmaßliche Gestaltung des Weltbaues und auf die Lage oder Tiefe der Schichten geballter Materie: die einzeln, sporadisch zerstreuten Fixsterne; und diejenigen, welche man in abgesonderte, selbstständige Gruppen zusammengedrängt findet. Die letzteren sind Sternhaufen oder Sternschwärme, die oft viele Tausende von teleskopischen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander enthalten und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, cometenartig leuchtend,

erſcheinen. Das ſind die nebligen Sterne des Eratoſthenes[71] und Ptolemäus, die nebulosae der Alfonſiniſchen Tafeln von 1483 und die des Galilei, welche (wie es im Nuncius sidereus heißt) sicut areolae sparsim per aethera subfulgent.

Die Sternhaufen ſelbſt liegen entweder wiederum vereinzelt am Himmel; oder eng und ungleich, wie ſchichtenweiſe, zuſammengedrängt, in der Milchſtraße und den beiden Magellaniſchen Wolken. Der größte und gewiß für die Configuration der Milchſtraßen-Ringe bedeutſamſte Reichthum von runden Sternhaufen (globular clusters) findet ſich in einer Region des ſüdlichen Himmels[72] zwiſchen der Corona australis, dem Schützen, dem Schwanz des Scorpions und dem Altar (RA. 16^h 45′—19^h). Aber nicht alle Sternhaufen in oder nahe der Milchſtraße ſind rund und kugelförmig; es giebt dort auch mehrere von unregelmäßigen Umriſſen, wenig reich an Sternen und mit einem nicht ſehr dichten Centrum. In vielen runden Sterngruppen ſind die Sterne von gleicher Größe, in anderen ſind ſie ſehr ungleich. In einigen ſeltenen Fällen zeigen ſie einen ſchönen röthlichen Centralſtern[73] (RA. 2^h 10′, N. Decl. 56^0 21′). Wie ſolche Weltinſeln mit allen darin wimmelnden Sonnen frei und ungeſtört rotiren können, iſt ein ſchwieriges Problem der Dynamik. Nebelflecke und Sternhaufen, wenn auch von den erſteren jetzt ſehr allgemein angenommen wird, daß ſie ebenfalls aus ſehr kleinen, aber noch ferneren Sternen beſtehen, ſcheinen doch in ihrer örtlichen Vertheilung verſchiedenen Geſetzen unterworfen. Die Erkenntniß dieſer Geſetze wird vorzugsweiſe die Ahndungen über das, was man kühn den Himmelsbau

zu nennen pflegt, modificiren. Auch ist die Beobachtung sehr merkwürdig, daß runde Nebelflecke sich bei gleicher Oeffnung und Vergrößerung des Fernrohrs leichter in Sternhaufen auflösen als ovale.[74]

Von den wie in sich abgeschlossenen Systemen der Sternhaufen und Sternschwärme begnügen wir uns hier zu nennen:

die Plejaden: gewiß den rohesten Völkern am frühesten bekannt, das Schifffahrts-Gestirn, Pleias ἀπὸ τοῦ πλεῖν, wie der alte Scholiast des Aratus wohl richtiger etymologisirt als neuere Schriftsteller, die den Namen von der Fülle, von πλέος, herleiten; die Schifffahrt des Mittelmeers dauerte vom Mai bis Anfang November, vom Frühaufgange bis zum Frühuntergang der Plejaden;

die Krippe im Krebs: nach Plinius nubecula quam Praesepia vocant inter Asellos, ein νεφέλιον des Pseudo-Eratosthenes;

den Sternhaufen am Schwerdt-Handgriff des Perseus, von den griechischen Astronomen oft genannt;

das Haupthaar der Berenice, wie die drei vorigen dem bloßen Auge sichtbar;

Sternhaufen in der Nähe des Arcturus (No. 1663), teleskopisch; RA. 13h 34′ 12″, N. Decl. 29° 14′; mehr als tausend Sternchen 10—12ter Größe;

Sternhaufen zwischen η und ζ Herculis: in hellen Nächten dem bloßen Auge sichtbar, im Fernrohr ein prachtvoller Gegenstand (No. 1968), mit sonderbar strahlförmig auslaufendem Rande; RA. 16h 35′ 37″, N. Decl. 36° 47′; von Halley 1714 zuerst beschrieben;

Sternhaufen bei w des Centaur: von Halley schon 1677 beschrieben, dem bloßen Auge erscheinend wie ein cometenartiger runder Flecken, fast leuchtend als ein Stern 4m—5m; in mächtigen Fernröhren erscheint er aus zahllosen Sternchen 13ter bis 15ter Größe zusammengesetzt, welche sich gegen die Mitte verdichten; RA. 13h 16′ 38″, südl. Decl. 46° 35′; in Sir John Herschel's Catalog der Sternhaufen des südlichen Himmels

No. 3504, im Durchmeſſer 15′ (Capreiſe p. 21 und 105, Outl. of Astr. p. 595);

Sternhaufen bei κ des ſüdlichen Kreuzes (No. 3435): zuſammengeſetzt aus vielfarbigen Sternchen 12—16ter Größe, welche auf eine Area von $^1/_{18}$ eines Quadratgrades vertheilt ſind; nach Lacaille ein Nebelſtern, aber durch Sir John Herſchel ſo vollſtändig aufgelöſt, daß gar kein Nebel übrig blieb; der Centralſtern geſättigt roth (Capreiſe p. 17 und 102 Pl. I fig. 2);

Sternhaufen 47 Toucani Bode; No. 2322 des Catalogs von Sir John Herſchel, eines der merkwürdigſten Objecte des ſüdlichen Himmels. Es hat daſſelbe auch mich einige Nächte cometenartig getäuſcht, als ich zuerſt nach Peru kam und es unter 12° ſüdlicher Breite ſich höher über den Horizont erheben ſah. Die Sichtbarkeit für das unbewaffnete Auge iſt um ſo größer, als der Sternhaufen des Toucan, von 15′ bis 20′ Durchmeſſer, zwar der kleinen Magellaniſchen Wolke nahe, aber auf einer ganz ſternleeren Stelle ſteht. Er iſt im Inneren blaß roſenroth, concentriſch mit einem weißen Rande umgeben, aus Sternchen (14ᵐ bis 16ᵐ) und zwar von gleicher Größe zuſammengeſetzt, alle Kennzeichen der Kugelform körperlich darbietend.[75]

Sternhaufen am Gürtel der Andromeda bei ν dieſer Conſtellation. Die Auflöſung des berühmten Nebelflecks der Andromeda in Sternchen, von denen über 1500 erkannt worden ſind, gehört zu den merkwürdigſten Entdeckungen in der beſchauenden Aſtronomie unſerer Zeit. Sie iſt das Verdienſt von George Bond[76], Gehülfen an der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten (März 1848), und zeugt zugleich für die vortreffliche Lichtſtärke des dort aufgeſtellten, mit einem Objectiv von 14 Pariſer Zoll Durchmeſſer verſehenen Refractors, da ſelbſt ein Reflector von 18 Zoll Durchmeſſer des Spiegels „noch keine Spur von der Anweſenheit eines Sternes ahnden läßt“.[77] Vielleicht iſt der Sternhaufen in der Andromeda ſchon am Ende des zehnten Jahrhunderts als ein Nebel von ovaler Form aufgeführt worden; ſicherer iſt es aber, daß Simon Marius (Mayer aus Gunzenhauſen: derſelbe, der auch den Farbenwechſel bei der Scintillation bemerkte[78]) ihn

am 15 Dec. 1612 als einen neuen, von Tycho nicht genannten sternlosen, wunderſamen Weltkörper erkannt und zuerſt umständlich beſchrieben hat. Ein halbes Jahrhundert ſpäter beſchäftigte ſich Boulliaud, der Verfaſſer der Astronomia philolaica, mit demſelben Gegenſtande. Was dieſem Sternhaufen, der $2^{0}\frac{1}{2}$ Länge und über 1^{0} Breite hat, einen beſonderen Charakter giebt, ſind die zwei merkwürdigen, unter ſich und der Längenare parallelen, ſehr ſchmalen ſchwarzen Streifen, welche rißartig das Ganze nach Bond's Unterſuchung durchſetzen. Dieſe Geſtaltung erinnert lebhaft an den ſonderbaren Längenriß in einem unaufgelöſten Nebel der ſüdlichen Hemiſphäre, No. 3501, welchen Sir John Herſchel beſchrieben und abgebildet hat (Capreiſe p. 20 und 105 Pl. IV fig. 2).

Ich habe dieſer Auswahl merkwürdiger Sternhaufen, trotz der wichtigen Entdeckungen, welche wir dem Lord Roſſe und ſeinem Rieſen-Reflector zu verdanken haben, den großen Nebel im Gürtel des Orion noch nicht beigefügt, da es mir geeigneter zu ſein ſcheint von den in demſelben bereits aufgelöſten Theilen in dem Abſchnitt von den Nebelflecken zu handeln.

Die größte Anhäufung von Sternhaufen, keineswegs von Nebelflecken, findet ſich in der Milchſtraße[7] (Galaxias, dem Himmels-Fluſſe[80] der Araber), welche faſt einen größten Kreis der Sphäre bildet und gegen den Aequator unter einem Winkel von 63^{0} geneigt iſt. Die Pole der Milchſtraße liegen: RA. $12^{h}\ 47'$, nördl. Decl. 27^{0} und RA. $0^{h}\ 47'$, ſüdlich Decl. 27^{0}; alſo als Südpol nahe dem Haupthaar der Berenice, als Nordpol zwiſchen Phönix und Wallfiſch. Wenn alle planetariſchen örtlichen Verhältniſſe auf die Ekliptik, auf den größten Kreis, in welchem die Ebene der Sonnenbahn die Sphäre durchſchneidet, bezogen werden; ſo finden gleich bequem viele örtliche Beziehungen der Fixſterne (z. B

die ihrer Anhäufung oder Gruppirung) auf den faſt größten Kreis der Milchſtraße ſtatt. In dieſem Sinne iſt dieſelbe für die ſideriſche Welt, was die Ekliptik vorzugsweiſe für die Planetenwelt unſeres Sonnenſyſtems iſt. Die Milchſtraße ſchneidet den Aequator im Einhorn zwiſchen Procyon und Sirius, RA. 6^h 54′ (für 1800), und in der linken Hand des Antinous, RA. 19^h 15′. Die Milchſtraße theilt demnach die Himmelsſphäre in zwei etwas ungleiche Hälften, deren Areale ſich ohngefähr wie 8:9 verhalten. In der kleineren Hälfte liegt der Frühlingspunkt. Die Breite der Milchſtraße iſt in ihrem Laufe ſehr veränderlich.[81] Wo ſie am ſchmalſten und zugleich mit am glänzendſten iſt, zwiſchen dem Vordertheil des Schiffes und dem Kreuze, dem Südpol am nächſten, hat ſie kaum 3 bis 4 Grad Breite; an anderen Punkten 16^0, und getheilt zwiſchen dem Schlangenträger und Antinous[82] bis 22^0. William Herſchel hat bemerkt, daß, nach ſeinen Stern-Aichungen zu urtheilen, die Milchſtraße in vielen Regionen eine 6 bis 7 Grad größere Breite hat, als es uns der dem unbewaffneten Auge ſichtbare Sternſchimmer verkündigt.[83]

Der Milchweiße der ganzen Zone hatte ſchon Huygens, welcher im Jahr 1656 ſeinen 23füßigen Refractor auf die Milchſtraße richtete, den unauflöslichen Nebel abgeſprochen. Sorgfältigere Anwendung von Spiegelteleſcopen der größten Dimenſion und Lichtſtärke hat ſpäter noch ſicherer erwieſen, was ſchon Democritus und Manilius vom alten Wege des Phaethon vermutheten, daß der milchige Lichtſchimmer allein den zuſammengedrängten kleinen Sternſchichten, nicht aber den ſparſam eingemengten

Nebelflecken zuzuſchreiben ſei. Dieſer Lichtſchimmer iſt derſelbe an Punkten, wo alles ſich vollkommen in Sterne auflöſt, und zwar in Sterne, die ſich auf einen ſchwarzen, ganz dunſtfreien Grund projiciren.[84] Es iſt im allgemeinen ein merkwürdiger Charakter der Milchſtraße, daß kugelförmige Sternhaufen (globular clusters) und Nebelflecke von regelmäßiger ovaler Form in derſelben gleich ſelten ſind[85]: während beide in ſehr großer Entfernung von der Milchſtraße ſich angehäuft finden; ja in den Magellaniſchen Wolken iſolirte Sterne, kugelförmige Sternhaufen in allen Zuſtänden der Verdichtung, und Nebelflecke von beſtimmt ovaler und von ganz unregelmäßiger Form mit einander gemengt ſind. Eine merkwürdige Ausnahme von dieſer Seltenheit kugelförmiger Sternhaufen in der Milchſtraße bildet eine Region derſelben zwiſchen RA. 16^h 45′ und 18^h 44′: zwiſchen dem Altar, der ſüdlichen Krone, dem Kopf und Leibe des Schützen, und dem Schwanz des Scorpions. Zwiſchen ε und ϑ des letzteren liegt ſelbſt einer der an dem ſüdlichen Himmel ſo überaus ſeltenen ringförmigen Nebel.[86] In dem Geſichtsfelde mächtiger Teleſcope (und man muß ſich erinnern, daß nach Schätzungen von Sir William Herſchel ein 20füßiges Inſtrument 900, ein 40füßiges 2800 Siriusweiten eindringt) erſcheint die Milchſtraße eben ſo verſchiedenartig in ihrem ſideralen Inhalte, als ſie ſich unregelmäßig und unbeſtimmt in ihren Umriſſen und Grenzen dem unbewaffneten Auge darſtellt. Wenn in einigen Strichen ſie über weite Räume die größte Einförmigkeit des Lichts und der ſcheinbaren Größe der Sterne darbietet, ſo folgen in anderen Strichen die glänzendſten Fleckchen eng zuſammengedrängter Licht-

punkte, durch dunklere[87], sternarme Zwischenräume körnig oder gar netzförmig unterbrochen; ja in einigen dieser Zwischenräume, ganz im Inneren der Galaxis, ist auch nicht der kleinste Stern (18ᵐ oder 20ᵐ) zu entdecken. Man kann sich des Gedankens nicht erwehren, daß man dort durch die ganze Sternschicht der Milchstraße wirklich durchsehe. Wenn Stern-Aichungen eben erst im teleskopischen Gesichtsfelde (von 15′ Durchmesser) nur 40 bis 50 Sterne als Mittelzahl gegeben haben, so folgen bald daneben Gesichtsfelder mit 400 bis 500. Sterne von höherer Ordnung treten oft im feinsten Sternenduste auf, während alle mittleren Ordnungen fehlen. Was wir Sterne der niedrigsten Ordnung nennen, mögen uns nicht immer nur wegen ihres ungeheuren Abstandes als solche erscheinen, sondern auch weil sie wirklich von geringerem Volum und geringerer Lichtentwickelung sind.

Um die Contraste der reicheren oder ärmeren Anhäufung von Sternen, des größten oder minderen Glanzes aufzufassen, muß man Regionen bezeichnen, die sehr weit von einander entfernt liegen. Das Maximum der Anhäufung und der herrlichste Glanz findet sich zwischen dem Vordertheil des Schiffes und dem Schützen; oder, genauer gesprochen, zwischen dem Altar, dem Schwanz des Scorpions, der Hand und dem Bogen des Schützen, und dem rechten Fuß des Schlangenträgers. „Keine Gegend der ganzen Himmelsdecke gewährt mehr Mannigfaltigkeit und Pracht durch Fülle und Art der Gruppirung.“[88] Dieser südlichen Region kommt im Maximum am nächsten an unserem nördlichen Himmel die anmuthige und sternreiche Gegend im Adler und Schwan, wo die Milchstraße sich

theilt. So wie die größte Schmalheit unter den Fuß des Kreuzes fällt, ſo iſt dagegen die Region des Minimums des Glanzes (der Verödung der Milchſtraße) in der Gegend des Einhorns wie in der des Perſeus.

Die Pracht der Milchſtraße in der ſüdlichen Hemiſphäre wird noch durch den Umſtand vermehrt, daß zwiſchen dem durch ſeine Veränderlichkeit ſo berühmt gewordenen Stern η Argûs und α Crucis, unter den Parallelen von 59 und 60 Grad ſüdlicher Breite, die merkwürdige Zone ſehr großer und wahrſcheinlich uns ſehr naher Geſtirne, in welcher die Conſtellationen des Orion und des Großen Hundes, des Scorpions, des Centaur und des Kreuzes gehören, die Milchſtraße unter einem Winkel von 20° ſchneidet. Ein größter Kreis, der durch ε Orionis und den Fuß des Kreuzes gelegt wird, bezeichnet die Richtung dieſer merkwürdigen Zone. Die, man möchte ſagen maleriſch-landſchaftliche Wirkung der Milchſtraße wird in beiden Hemiſphären durch ihre mehrfache Theilung erhöht. Sie bleibt ohngefähr $^2/_5$ ihres Zuges hindurch ungetheilt. In der großen Bifurcation trennen ſich nach Sir John Herſchel die Zweige bei α Centauri[89]: nicht bei β Cent., wie unſere Sternkarten angeben, oder beim Altar, wie Ptolemäus will[90]; ſie kommen wieder zuſammen im Schwan.

Um den ganzen Verlauf und die Richtung der Milchſtraße mit ihren Nebenzweigen im allgemeinen überſehen zu können, geben wir hier in gedrängter Kürze eine Ueberſicht, die nach der Folge der Rectaſcenſionen geordnet iſt. Durch γ und ε Cassiopejae hindurchgehend, ſendet die Milchſtraße ſüdlich einen Zweig nach ε Persei, welcher ſich gegen die Plejaden und Hyaden verliert. Der Hauptſtrom, hier

sehr schwach, geht über die Hoedi (Böckchen) im Fuhrmann, die Füße der Zwillinge, die Hörner des Taurus, das Sommer-Solstitium der Ekliptik und die Keule des Orion nach 6^h 54′ RA. (für 1800), den Aequator an dem Halse des Einhorns schneidend. Von hier an nimmt die Helligkeit beträchtlich zu. Am Hintertheil des Schiffes geht ein Zweig südlich ab bis γ Argûs, wo derselbe plötzlich abbricht. Der Hauptstrom setzt fort bis 33° südl. Decl., wo er, fächerförmig zertheilt (20° breit), ebenfalls abbricht, so daß in der Linie von γ nach λ Argûs sich eine weite Lücke in der Milchstraße zeigt. In ähnlicher Ausbreitung beginnt letztere nachher wieder, verengt sich aber an den Hinterfüßen des Centauren und vor dem Eintritte in das südliche Kreuz, wo sie ihren schmalsten Streifen von nur 3° oder 4° Breite bildet. Bald darauf dehnt sich der Lichtweg wieder zu einer hellen und breiten Masse aus, die β Centauri wie α und β Crucis einschließt und in deren Mitte der schwarze birnförmige Kohlensack liegt, dessen ich im 7ten Abschnitt näher erwähnen werde. In dieser merkwürdigen Region, etwas unterhalb des Kohlensackes, ist die Milchstraße dem Südpol am nächsten.

Bei α Centauri tritt die schon oben berührte Hauptheilung ein: eine Bifurcation, welche sich nach den älteren Ansichten bis zu dem Sternbild des Schwanes erhält. Zuerst, von α Centauri aus gerechnet, geht ein schmaler Zweig nördlich nach dem Wolf hinwärts, wo er sich verliert; dann zeigt sich eine Theilung beim Winkelmaaß (bei γ Normae). Der nördliche Zweig bildet unregelmäßige Formen bis in die Gegend des Fußes des Schlangenträgers, wo er ganz verschwindet; der südlichste Zweig wird jetzt der Haupt-

ſtrom, und geht durch den Altar und den Schwanz des Scorpions nach dem Bogen des Schützen, wo er in 276° Länge die Ekliptik durchſchneidet. Weiterhin erkennt man ihn aber in unterbrochener, fleckiger Geſtalt, fortlaufend durch den Adler, den Pfeil und den Fuchs bis zum Schwan. Hier beginnt eine ſehr unregelmäßige Gegend: wo zwiſchen ε, α und γ Cygni eine breite, dunkle Leere ſich zeigt, die Sir John Herſchel[91] mit dem Kohlenſack im ſüdlichen Kreuze vergleicht und die wie ein Centrum bildet, von welchem drei partielle Ströme ausgehen. Einer derſelben, von größerer Lichtſtärke, kann gleichſam rückwärts über β Cygni und s Aquilae verfolgt werden, jedoch ohne ſich mit dem bereits oben erwähnten, bis zum Fuß des Ophiuchus gehenden, Zweige zu vereinigen. Ein beträchtlicher Anſatz der Milchſtraße dehnt ſich außerdem noch vom Kopfe des Cepheus, alſo in der Nähe der Caſſiopea, von welcher Conſtellation an wir die Schilderung der Milchſtraße begonnen haben, nach dem Kleinen Bären und dem Nordpol hin aus.

Bei den außerordentlichen Fortſchritten, welche durch Anwendung großer Teleſcope allmälig die Kenntniß von dem Stern-Inhalte und der Verſchiedenheit der Licht-Concentration in einzelnen Theilen der Milchſtraße gemacht hat, ſind an die Stelle bloß optiſcher Projections-Anſichten mehr phyſiſche Geſtaltungs-Anſichten getreten. Thomas Wright[92] von Durham, Kant, Lambert und zuerſt auch William Herſchel waren geneigt die Geſtalt der Milchſtraße und die ſcheinbare Anhäufung der Sterne in derſelben als eine Folge der abgeplatteten Geſtalt und ungleichen Dimenſionen der Weltinſel (Sternſchicht) zu betrachten, in welche unſer Sonnenſyſtem eingeſchloſſen iſt.

Die Hypotheſe von der gleichen Größe und gleichartigen Vertheilung der Fixſterne iſt neuerdings vielſeitig erſchüttert worden. Der kühne und geiſtreiche Erforſcher des Himmels, William Herſchel, hat ſich in ſeinen letzten Arbeiten[93] für die Annahme eines Ringes von Sternen entſchieden, die er in ſeiner ſchönen Abhandlung vom Jahre 1784 beſtritt. Die neueſten Beobachtungen haben die Hypotheſe von einem Syſtem von einander abſtehender concentriſcher Ringe begünſtigt. Die Dicke dieſer Sternringe ſcheint ſehr ungleich; und die einzelnen Schichten, deren vereinten, ſtärkeren oder ſchwächeren, Lichtglanz wir empfangen, liegen gewiß in ſehr verſchiedenen Höhen, d. h. in verſchiedenen Entfernungen von uns: aber die relative Helligkeit der einzelnen Sterne, die wir von 10ter bis 16ter Größe ſchätzen, kann nicht in der Art als maaßgebend für die Entfernung betrachtet werden, daß man befriedigend den Radius der Abſtandsſphäre numeriſch[94] daraus beſtimmen könnte.

In vielen Gegenden der Milchſtraße genügt die raumdurchdringende Kraft der Inſtrumente ganze Sternwolken aufzulöſen und die einzelnen Lichtpunkte auf die dunkle, ſternloſe Himmelsluft projicirt zu ſehen. Wir blicken dann wirklich durch wie ins Freie. „It leads us", ſagt Sir John Herſchel, „irresistibly to the conclusion, that in these regions we see *fairly through* the starry stratum."[95] In anderen Gegenden ſieht man wie durch Oeffnungen und Spalten, ſei es auf ferne Weltinſeln oder weit auslaufende Zweige des Ring-Syſtems; in noch anderen iſt die Milchſtraße bisher unergründlich (fathomless, insondable) geblieben, ſelbſt für das 40füßige Teleſcop.[96]

Unterſuchungen über die ungleichartige Licht-Intenſität der Milchſtraße wie über die Größenordnungen der Sterne, welche von den Polen der Milchſtraße zu ihr ſelbſt hin an Menge regelmäßig zunehmen (die Zunahme wird vorzugsweiſe 30° auf jeder Seite der Milchſtraße in Sternen unterhalb der 11ten Größe[97], alſo in 16/17 aller Sterne, bemerkt), haben den neueſten Erforſcher der ſüdlichen Himmelsſphäre zu merkwürdigen Anſichten und wahrſcheinlichen Reſultaten über die Geſtalt des galactiſchen Ring-Syſtems und über das geleitet, was man kühn die Stelle der Sonne in der Weltinſel nennt, welcher jenes Ring-Syſtem angehört. Der Standort, den man der Sonne anweiſt, iſt excentriſch: vermuthlich da, wo eine Nebenſchicht ſich von dem Hauptringe abzweigt[98] in einer der verödeteren Regionen, die dem ſüdlichen Kreuze näher liegt als dem entgegengeſetzten Knoten der Milchſtraße[99]. „Die Tiefe, zu der unſer Sonnenſyſtem in das Stern-Stratum, welches die Milchſtraße bildet, eingetaucht liegt, ſoll dazu (von der ſüdlichen Grenz-Oberfläche an gerechnet) dem Abſtande oder Lichtwege von Sternen der 9ten und 10ten, nicht der 11ten Größe gleich ſein.“[100] Wo, der eigenthümlichen Natur gewiſſer Probleme nach, Meſſungen und unmittelbare ſinnliche Wahrnehmungen fehlen, ruht nur wie ein Dämmerlicht auf Reſultaten, zu welchen, ahndungsvoll getrieben, die geiſtige Anſchauung ſich erhebt.

Anmerkungen.

[1] (S. 143.) Kosmos Bd. III. S. 49 und 57, Anm. 32 und 33.

[2] (S. 144.) A. a. O. Bd. I. S. 185 und 428 Anm. 14.

[3] (S. 145.) On the space-penetrating power of telescopes in Sir John Herschel, Outl. of Astr. § 803.

[4] (S. 146.) Ich kann nicht verſuchen in Eine Anmerkung alle Gründe zuſammenzudrängen, auf welche ſich Argelander's Anſichten ſtützen. Es wird hinlänglich ſein aus ſeinen freundſchaftlichen Briefen an mich hier folgendes mitzutheilen: „Sie haben in früheren Jahren (1843) den Hauptmann Schwinck aufgefordert, nach Maaßgabe der auf ſeine Mappa coelestis aufgetragenen Sterne die Zahl derer zu ſchätzen, welche 1ter bis 7ter Größe (letztere eingeſchloſſen) das ganze Himmelsgewölbe zu enthalten ſcheint. Er findet von −30° bis +90° nördlicher Abweichung 12148 Sterne; folglich, in der Vorausſetzung, daß die Anhäufung vom 30° ſüdlicher Abweichung bis zum Südpol dieſelbe ſei, am ganzen Firmament 16200 Sterne von den eben genannten Größen. Dieſe Schätzung ſcheint auch mir der Wahrheit ſehr nahe zu kommen. Es iſt bekannt, daß, wenn man nur die ganze Maſſe betrachtet, jede folgende Claſſe ungefähr dreimal ſo viel Sterne enthält als die vorhergehende (Struve, Catagolus stellarum duplicium p. XXXIV; Argelander, Bonner Zonen S. XXVI). Nun habe ich nördlich von dem Aequator in meiner Uranometrie 1441 Sterne 6ᵐ: woraus für den ganzen Himmel etwa 3000 folgen würden; hierin ſind aber die Sterne 6.7ᵐ nicht einbegriffen: welche man, wenn nur ganze Claſſen gezählt werden, noch zu der 6ten Claſſe rechnen müßte. Ich glaube, daß man dieſe zu 1000 annehmen könne: ſo daß man 4000 Sterne 6ᵐ hätte, und alſo nach der obigen Regel 12000 Sterne 7ᵐ, oder 18000 Sterne von 1ᵐ bis 7ᵐ incl. Etwas näher komme ich durch andere Betrachtungen über die Zahl der Sterne 7ᵐ, welche ich in meinen Zonen verzeichnet habe, nämlich 2251 (pag. XXVI),

bei Berücksichtigung der darunter doppelt oder mehrfach beobachteten und der wahrscheinlich übersehenen. Ich finde auf diesem Wege zwischen 45° und 80° nördlicher Decl. 2340 Sterne 7m, und daraus für den ganzen Himmel gegen 17000 Sterne. — Struve giebt in der Description de l'Observatoire de Poulkova p. 268 die Zahl der Sterne bis 7m in der von ihm durchmusterten Himmelsgegend (von — 15° zu + 90°) zu 13400 an, woraus für den ganzen Himmel 21300 folgen würden. Nach der Einleitung zu Weiße's Catal. e zonis Regiomontanis de d. p. XXXII findet Struve in dem Gürtel von — 15° bis + 15° nach einer Wahrscheinlichkeits-Rechnung 3903 Sterne 1m—7m, also am ganzen Himmel 15050. Die Zahl ist geringer, weil Bessel die helleren Sterne um fast eine halbe Größe geringer schätzte als ich. Es ist hier nur ein Mittelwerth zu erhalten, und dieser würde also wohl 18000 von 1m bis 7m incl. sein. Sir John Herschel spricht in der Stelle der Outlines of Astronomy p. 521, an die Sie mich erinnern, nur von bereits eingetragenen Sternen: The whole number of stars already registered down to the seventh magnitude, inclusive, amounting to from 12000 to 15000. Was die schwächeren Sterne 8m und 9m betrifft, so findet Struve in dem oben bezeichneten Gürtel von — 15° bis + 15°: Sterne 8ter Größe 10557, Sterne 9ter Größe 37739; folglich für den ganzen Himmel 40800 Sterne 8m und 145800 Sterne 9m. Wir hätten also nach Struve von 1ter bis 9ter Größe incl. 15100 + 40800 + 145800 = 201700 Sterne. Diese Zahlen hat Struve gefunden, indem er diejenigen Zonen oder Theile von Zonen, welche dieselben Himmelsgegenden umfaßten, sorgfältig verglich, und aus der Zahl der in denselben gemeinschaftlichen und der in jeder verschiedenen Sterne nach der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf die Zahl der wirklich vorhandenen Sterne schloß. Da hierbei eine große Zahl von Sternen concurrirt hat, so verdient diese Rechnung sehr viel Vertrauen. — Bessel hat in seinen sämmtlichen Zonen zwischen — 15° und + 45°, nach Abzug der doppelt oder mehrfach beobachteten und der Sterne 9.10m, etwa 61000 verschiedene Sterne 1m bis 9m incl. verzeichnet: woraus, mit Berücksichtigung der nach der Wahrscheinlichkeit übersehenen, etwa 101500 der genannten Größen in diesem Theile des Himmels folgen würden. Meine Zonen enthalten zwischen + 45° und + 80°

a 22000 verſchiedene Sterne (Durchmuſterung des nördl. mmels S. XXV); davon müſſen aber etwa 3000 von 9 . 10ᵐ abge- en werden: bleiben 19000. Meine Zonen ſind etwas reicher als die ſel'ſchen, und ich glaube daher in ihren Grenzen (+45° und 30°) überhaupt nicht mehr als 28500 wirklich exiſtirende Sterne ehmen zu können: ſo daß wir alſo 130000 Sterne bis zur 9ᵐ incl. ſchen — 15° und +80° hätten. Dies iſt aber 0,62181 des zen Himmels; und wir fänden bei gleichmäßiger Vertheilung ganzen Firmament 209000 Sterne, alſo wieder nahe dieſelbe l wie nach Struve: vielleicht ſelbſt eine nicht unbedeutend ßere, da Struve die Sterne 9 . 10ᵐ zu den Sternen 9ᵐ gerechnet . — Die Zahlen, die wir nach meiner Anſicht für den ganzen nmel annehmen können, wären alſo: 1ᵐ 20, 2ᵐ 65, 3ᵐ 190, 425, 5ᵐ 1100, 6ᵐ 3200, 7ᵐ 13000, 8ᵐ 40000, 9ᵐ 142000; zu- men von 1ter bis 9ter Größe incl. 200000 Sterne. — Wenn mir einwerfen, daß Lalande (Hist. céleste p. IV) die Zahl von ihm beobachteten mit bloßen Augen ſichtbaren Sterne zu 0 angiebt; ſo bemerke ich hierauf, daß darunter ſehr viele doppelt mehrfach beobachtete vorkommen, und daß man nach Weglaſſung ſer zu der Zahl von nur ungefähr 3800 Sternen in dem zwiſchen 26° 30′ und + 90° liegenden Theile des Himmels, welchen ande's Beobachtungen umfaſſen, gelangt. Da dieſes 0,72310 ganzen Himmels iſt, ſo würden ſich für dieſen wieder 5255 bloßen Augen ſichtbare Sterne ergeben. Eine Durchmuſterung aus ſehr heterogenen Elementen zuſammengeſetzten Uranographie Bode (17240 Sterne) giebt nach Abzug der Nebelflecke und neren Sterne, ſo wie der zu 6ter Größe erhobenen Sterne 6 . 7ter ße nicht über 5600 von 1ᵐ bis 6ᵐ incl. Eine ähnliche Schätzung h den von La Caille zwiſchen dem Südpol und dem Wendekreiſe Steinbocks verzeichneten Sterne 1ᵐ bis 6ᵐ reducirt ſich für den zen Himmel, in zwei Grenzen von 3960 und 5900, wieder auf Ihnen früher gegebenen mittleren Reſultate. Sie ſehen, daß mich gern beſtrebt habe Ihren Wunſch einer gründlicheren erſuchung der Zahlen zu erfüllen. Ich darf hinzufügen, daß r Oberlehrer Heis in Aachen ſeit mehreren Jahren mit einer raus ſorgfältigen Umarbeitung meiner Uranometrie beſchäf- iſt. Nach dem, was von dieſer Arbeit bereits vollendet worden, nach den beträchtlichen Vermehrungen meiner Uranometrie,

welche ein mit ſchärferem Sehorgan begabter Beobachter erlangt hat, finde ich für die nördliche Halbkugel des Himmels 2836 Sterne 1ᵐ bis 6ᵐ incl.; alſo, bei der Vorausſetzung gleicher Vertheilung, für das ganze Firmament wieder 5672 dem ſchärfſten unbewaffneten Auge ſichtbare Sterne." (Aus Handſchriften von Prof. Argelander, März 1850.)

[5] (S. 146.) Schubert rechnet Sterne bis zur 6ten Größe am ganzen Himmel 7000 (faſt wie ich ehemals im Kosmos Bd. I. S. 156) und für den Horizont von Paris über 5000; in der ganzen Sphäre bis zur 9ten Größe 70000 (Aſtronomie Th. III. S. 54). Alle dieſe Angaben ſind beträchtlich zu hoch. Argelander findet von 1ᵐ bis 8ᵐ nur 58000.

[6] (S. 147.) Patrocinatur vastitas caeli, immensa discreta altitudine in duo atque septuaginta signa. Haec sunt rerum et animantium effigies, in quas digessere caelum periti. In his quidem mille sexcentas adnotavere stellas, insignes videlicet effectu visuve .... Plin. II, 41. — Hipparchus nunquam satis laudatus, ut quo nemo magis approbaverit cognationem cum homine siderum animasque nostras partem esse caeli, novam stellam et aliam in aevo suo genitam deprehendit, ejusque motu, qua die fulsit, ad dubitationem est adductus, anne hoc saepius fieret moverenturque et eae quas putamus affixas; itemque ausus rem etiam Deo improbam, adnumerare posteris stellas ac sidera ad nomen expungere, organis excogitatis, per quae singularum loca atque magnitudines signaret, ut facile discerni posset ex eo, non modo an obirent nascerenturve, sed an omnino aliqua transirent moverenturve, item an crescerent minuerenturque, caelo in hereditate cunctis relicto, si quisquam qui cretionem eam caperet inventus esset. Plin. II, 26.

[7] (S. 148.) Delambre, Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 290 und Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 186.

[8] (S. 148.) Outlines § 831; Édouard Biot sur les étoiles extraordinaires observées en Chine, in der Connaissance des temps pour 1846.

[9] (S. 148.) Aratus hat das ſeltene Geſchick gehabt, faſt zugleich von Ovidius (Amor. I, 15) und vom Apoſtel Paulus zu Athen, in einer ernſteren, gegen die Epikuräer und Stoiker gerichteten Rede, geprieſen zu werden. Paulus (Apoſtelgeſchichte

ıp. 17 v. 28) nennt zwar nicht den Namen ſelbſt, erwähnt aber ıverkennbar eines Verſes aus dem Aratus (Phaen. v. 5) über ie innige Gemeinſchaft des Sterblichen mit der Gottheit.

[10] (S. 148.) Ideler, Unterſuchungen über den Urſprung der Sternnamen S. XXX — XXXV. Von den Jahren ıſerer Zeitrechnung, an welche die Beobachtungen des Ariſtyllus ie die Sterntafeln des Hipparchus (128, nicht 140, vor Chr.) ıd Ptolemäus (138 nach Chr.) zu knüpfen ſind, handelt auch ıally in den Mem. of the Astron. Soc. Vol. XIII. 1843 p. 12 ıd 15.

[11] (S. 149.) Vergl. Delambre, Hist. de l'Astr. anc. . I. p. 184, T. II. p. 260. Die Behauptung, daß, wenn auch ipparch immer die Sterne nach ihrer Geradaufſteigung und Deination bezeichnet habe, doch ſein Sterncatalog wie der des Ptomäus nach Längen und Breiten geordnet geweſen ſei; hat wenig ahrſcheinlichkeit, und ſteht im Widerſpruch mit Almageſt uch VII cap. 4, wo die Beziehungen auf die Ekliptik als etwas ues, die Kenntniß der Bewegung der Fixſterne um die Pole der kliptik erleichterndes dargeſtellt werden. Die Sterntafel mit beſetzten Längen, welche Petrus Victorius in einem mediiſchen Codex gefunden und mit dem Leben des Aratus zu Florenz 1567 herausgegeben, wird von dieſem allerdings dem Hipparch ıgeſchrieben, aber ohne Beweis. Sie ſcheint eine bloße Abſchrift des Ptolemäiſchen Verzeichniſſes aus einer alten Handſchrift des Almageſt, mit Vernachläſſigung aller Breiten. Da tolemäus eine unvollkommene Kenntniß von der Quantität es Zurückweichens der Aequinoctial- und Solſtitial-Punkte hatte Almag. VII c. 2 p. 13 Halma) und dieſelbe ohngefähr um $^{36}/_{100}$ ı langſam annahm, ſo ſtellt ſein Verzeichniß (Ideler a. a. O. . XXXIV), das er für den Anfang der Regierung Antonins beimmte, die Oerter der Sterne für eine viel frühere Epoche ür das Jahr 63 nach Chr.) dar. (Vergl. auch über die Erleichrung der Reduction neuerer Stern-Poſitionen auf Hipparchs eit Betrachtungen und erleichternde Tafeln von Encke in Schuacher's Aſtron. Nachr. No. 608 S. 113 bis 126.) Die früre Epoche, für die das Ptolemäiſche Sternverzeichniß, ſeinem erfaſſer unbewußt, das Firmament darſtellt, fällt übrigens ſehr ahrſcheinlich mit der Epoche zuſammen, in welche man die

Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes verſetzen kann: welche, wie ich ſchon an einem anderen Orte bemerkt habe, ſpäter als der Auguſteiſche Hygin ſind, aus ihm geſchöpft ſcheinen und dem Gedichte Hermes des ächten Eratoſthenes fremd bleiben (Eratosthenica, composuit God. Bernhardy 1822 p. 114, 116 und 129). Dieſe Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes enthalten übrigens kaum 700 einzelne Sterne unter die mythiſchen Conſtellationen vertheilt.

[12] (S. 150.) Kosmos Bd. II. S. 260 und 453. Von den ilkhaniſchen Tafeln beſitzt die Pariſer Bibliothek ein Manuſcript von der Hand des Sohnes von Naßir-Eddin. Sie führen ihren Namen von dem Titel Ilkhan, welchen die in Perſien herrſchenden tartariſchen Fürſten angenommen hatten. Reinaud, Introd. de la Géogr. d'Aboulféda 1848 p. CXXXIX.

[13] (S. 150.) Sédillot fils, Prolégomènes des Tables astr. d'Oloug-Beg 1847 p. CXXXIV note 2; Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 8.

[14] (S. 150.) In meinen Unterſuchungen über den relativen Werth der aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen von Inner-Aſien (Asie centrale T. III. p. 581 — 596) habe ich nach den verſchiedenen arabiſchen und perſiſchen Handſchriften der Pariſer Bibliothek die Breiten von Samarkand und Bokhara angegeben. Ich habe wahrſcheinlich gemacht, daß die erſtere größer als 39° 52′ iſt, während die meiſten und beſſeren Handſchriften von Ulugh Beig 39° 37′, ja das Kitab al-athual von Alfares und der Kanun des Albyruni 40° haben. Ich glaube von neuem darauf aufmerkſam machen zu müſſen, wie wichtig es für die Geographie und für die Geſchichte der Aſtronomie wäre endlich einmal die Poſition von Samarkand in Länge und Breite durch eine neue und glaubwürdige Beobachtung beſtimmen zu laſſen. Die Breite von Bokhara kennen wir durch Stern-Culminationen aus der Reiſe von Burnes. Sie gaben 39° 43′ 41″. Die Fehler der zwei ſchönen perſiſchen und arabiſchen Handſchriften (No. 164 und 2460) der Pariſer Bibliothek ſind alſo nur 7 — 8 Minuten; aber der immer in ſeinen Combinationen ſo glückliche Major Rennell hatte ſich für Bokhara um 19′ geirrt. (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 592 und Sédillot in den Prolégomènes d'Oloug-Beg p. CXXIII — CXXV.)

[15] (S. 151.) Kosmos Bd. II. S. 327—332 und 485 Anm.

5—8; Humboldt, Examen crit. de l'histoire de la Géogr. T. IV. p. 321—336, T. V. p. 226—238.

[16] (S. 151.) Cardani Paralipomenon lib. VIII cap. 10 (Opp. T. IX. ed. Lugd. 1663 p. 508).

[17] (S. 152.) Kosmos Bd. I. S. 90—93.

[18] (S. 153.) Baily, Cat. of those Stars in the Histoire céleste of Jérôme Delalande, for which tables of reduction to the epoch 1800 have been published by Prof. Schumacher, 1847 p. 1195. Ueber das, was man der Vollkommenheit der Sterncataloge verdankt, ſ. die Betrachtungen von Sir John Herſchel im Cat. of the British Assoc. 1845 p. 4 § 10. Vergl. auch über vermißte Sterne Schumacher, Aſtr. Nachr. No. 624 und Bode, Jahrb. für 1817 S. 249.

[19] (S. 154.) Memoirs of the Royal Astron. Soc. Vol. XIII. 1843 p. 33 und 168.

[20] (S. 154.) Beſſel, Fundamenta Astronomiae pro anno 1755, deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley in Specula astronomica Grenovicensi, 1818. (Vergl. auch Beſſel, Tabulae Regiomontanae reductionum observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad annum 1850 computatae, 1830.)

[21] (S. 154.) Ich dränge hier in Eine Note die numeriſchen Angaben aus den Sternverzeichniſſen zuſammen, die minder große Maſſen, eine kleinere Zahl von Poſitionen enthalten. Es folgen die Namen der Beobachter mit Beiſatz der Zahl der Ortsbeſtimmungen: La Caille (er beobachtete kaum 10 Monate 1751 und 1752, mit nur 8maliger Vergrößerung), 9766 ſüdliche Sterne bis 7m incl., reducirt auf das J. 1750 von Henderſon; Tobias Mayer 998 Sterne für 1756; Flamſteed urſprünglich 2866, aber durch Baily's Sorgfalt mit 564 vermehrt (Mem. of the Astr. Soc. Vol. IV. p. 129 — 164); Bradley 3222, von Beſſel auf das J. 1755 reducirt; Pond 1112; Piazzi 7646 Sterne, für 1800; Groombridge 4243, meiſt Circumpolar-Sterne, für 1810; Sir Thomas Brisbane und Rümker 7385 in den J. 1822—1828 in Neu-Holland beobachtete ſüdliche Sterne; Airy 2156 Sterne, auf das J. 1845 reducirt; Rümker 12000, am Hamburger Horizont; Argelander (Cat. von Abo) 560; Taylor (Madras) 11015. Der British Association Catalogue of Stars, 1845 unter

Baily's Aufſicht bearbeitet, enthält 8377 Sterne von Größe 1 bis $7^1/_2$. Für die ſüdlichſten Sterne beſitzen wir noch die reichen Verzeichniſſe von Henderſon, Fallows, Maclear und Johnſon auf St. Helena.

[22] (S. 155.) Weiße, Positiones mediae stellarum fixarum in Zonis Regiomontanis a Besselio inter — 15° et + 15° decl. observatarum ad annum 1825 reductae (1846), mit einer wichtigen Vorrede von Struve.

[23] (S. 156.) Encke, Gedächtnißrede auf Beſſel S. 13.

[24] (S. 156.) Vergl. Struve, Études d'Astr. stellaire 1847 p. 66 und 72, Kosmos Bd. I. S. 156 und Mädler, Aſtr. 4te Aufl. S. 417.

[25] (S. 159.) Kosmos Bd. II. S. 197 und 432 Anm. 11.

[26] (S. 159.) Ideler, Unterſ. über die Sternnamen S. XI, 47, 139, 144 und 243; Letronne sur l'Origine du Zodiaque grec 1840 p. 25.

[27] (S. 160.) Letronne a. a. O. p. 25 und Carteron, Analyse des Recherches de Mr. Letronne sur les représentations zodiacales 1843 p. 119. »Il est très douteux qu' Eudoxe (Ol. 103) ait jamais employé le mot ζωδιακός. On le trouve pour la première fois dans Euclide et dans le Commentaire d'Hipparque sur Aratus (Ol. 160). Le nom d'écliptique, ἐκλειπτικός, est aussi fort récent.« (Vergl. Martin im Commentar zu Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia 1849 p. 50 und 60.)

[28] (S. 161.) Letronne, Orig. du Zod. p. 25 und Analyse crit. des Représ. zod. 1846 p. 15. Auch Ideler und Lepſius halten für wahrſcheinlich, „daß zwar die Kenntniß des chaldäiſchen Thierkreiſes ſowohl der Eintheilung als den Namen nach bereits im 7ten Jahrhundert vor unſerer Zeitrechnung zu den Griechen gelangt, die Aufnahme aber der einzelnen Zodiacal-Bilder in die griechiſche aſtronomiſche Litteratur erſt ſpäter und allmälig erfolgt ſei." (Lepſius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 65 und 124.) Ideler iſt geneigt zu glauben, daß die Orientalen für die Dodecatomerie Namen ohne Sternbilder hatten; Lepſius hält es für die natürlichſte Annahme: „daß die Griechen zu einer Zeit, wo ihre Sphäre größtentheils leer war, auch die chaldäiſchen Sternbilder, nach welchen die 12 Abtheilungen genannt waren,

den ihrigen zugefügt haben." Könnte man aber nicht bei dieſer Vorausſetzung fragen: warum die Griechen anfangs nur 11 Zeichen hatten, warum nicht alle 12 der chaldäiſchen Dodecatomerie? Hätten ſie 12 Bilder überkommen, ſo würden ſie doch wohl nicht eines weggeſchnitten haben, um es ſpäter wieder zuzufügen.

[29] (S. 161.) Ueber die im Text erwähnte, von einem Copiſten eingeſchobene Stelle des Hipparch ſ. Letronne, Orig. du Zod. 1840 p. 20. Schon 1812, als ich auch noch der Meinung von einer ſehr alten Bekanntſchaft der Griechen mit dem Zeichen der Wage zugethan war, habe ich in einer ſorgfältigen Arbeit, die ich über alle Stellen des griechiſchen und römiſchen Alterthums geliefert, in welchen der Name der Wage als Zodiacal-Zeichens vorkommt, auf jene Stelle bei Hipparch (Comment. in Aratum lib. III cap. 2), in welcher von dem θηρίον die Rede iſt, das der Centaur (an dem Vorderfuß) hält, wie auf die merkwürdige Stelle des Ptolemäus lib. IX cap. 7 (Halma T. II. p. 170) hingewieſen. In der letzteren wird die ſüdliche Wage mit dem Beiſatz κατὰ Χαλδαίους genannt und den Scorpions-Scheeren entgegengeſetzt in einer Beobachtung, die gewiß nicht in Babylon, ſondern von den in Syrien und Alexandrien zerſtreuten aſtrologiſchen Chaldäern gemacht war. (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 380.) Buttmann wollte, was wenig wahrſcheinlich iſt, daß die χηλαί urſprünglich die beiden Schalen der Wage bedeutet hätten und ſpäter durch ein Mißverſtändniß in die Scheeren eines Scorpions umgewandelt wurden. (Vergl. Ideler, Unterſuchungen über die aſtronomiſchen Beobachtungen der Alten S. 374 und über die Sternnamen S. 174—177 mit Carteron, Recherches de Mr. Letronne p. 113.) Auffallend bleibt es mir immer, bei der Analogie zwiſchen vielen Namen der 27 Mondhäuſer und der Dodecatomerie des Thierkreiſes, daß unter den gewiß ſehr alten indiſchen Nakſchatras (Mondhäuſern) ſich ebenfalls das Zeichen der Wage befindet (Vues des Cord. T. II. p. 6—12).

[30] (S. 162.) Vergl. A. W. von Schlegel über Sternbilder des Thierkreiſes im alten Indien in der Zeitſchrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. Heft 3. 1837 und ſeine Commentatio de Zodiaci antiquitate et origine 1839 mit Adolph Holtzmann über den griechiſchen

Urſprung des indiſchen Thierkreiſes 1841 S. 9, 16 und 23. „Die aus dem Amarakoſcha und Ramayana angeführten Stellen", heißt es in der letztgenannten Schrift, „ſind von unzweifelhafter Auslegung: ſie ſprechen in den deutlichſten Ausdrücken vom Thierkreiſe ſelbſt; aber wenn die Werke, in denen ſie enthalten, früher verfaßt ſind, als die Kunde des griechiſchen Thierkreiſes nach Indien gelangen konnte, ſo iſt genau zu unterſuchen, ob jene Stellen nicht jüngere Zuſätze ſind."

[31] (S. 163.) Vergl. Buttmann im Berliner aſtron. Jahrbuche für 1822 S. 93, Olbers über die neueren Sternbilder in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 238 — 251 und Sir John Herſchel, Revision and Re-arrangement of the Constellations, with special reference to those of the Southern Hemisphere, in den Memoirs of the Astr. Soc. Vol. XII. p. 201 — 224 (mit einer ſehr genauen Vertheilung der ſüdlichen Sterne 1ter bis 4ter Größe). Bei Gelegenheit der förmlichen Unterhandlungen Lalande's mit Bode über die Einführung ſeiner Hauskatze und eines Erndtehüters (Messier!) klagt Olbers darüber, daß, „um für Friedrichs-Ehre am Himmel Raum zu finden, die Andromeda ihren rechten Arm an eine andere Stelle legen mußte, als derſelbe ſeit 3000 Jahren eingenommen hatte."

[32] (S. 163.) Kosmos Bd. III. S. 37 und 53.

[33] (S. 163.) Nach Democritus und ſeinem Schüler Metrodorus, Stob. eclog. phys. pag. 582.

[34] (S. 164.) Plut. de plac. phil. II, 11; Diog. Laert. VIII, 77; Achilles Tat. ad Arat. cap. 5: *Εμπ., κρυσταλλώδη τοῦτον (τὸν οὐρανὸν) εἶναί φησιν, ἐκ τοῦ παγετώδους συλλεγέντα;* eben ſo findet ſich nur der Ausdruck kryſtallartig bei Diog. Laert. VIII, 77, und Galenus, Hist. phil. 12 (Sturz, Empedocles Agrigent. T. I. p. 321). Lactantius de opificio Dei c. 17: an, si mihi quispiam dixerit *aeneum* esse coelum, aut *vitreum*, aut, ut Empedocles ait, aërem *glaciatum*, statimne assentiar, quia coelum ex qua materia sit, ignorem? Für dies coelum vitreum giebt es kein auf uns gekommenes frühes helleniſches Zeugniß; denn nur Ein Himmelskörper, die Sonne, wird von Philolaus ein glasartiger Körper genannt, welcher die Strahlen vom Centralfeuer empfängt und uns zuwirft. (Die oben im Text bezeichnete Anſicht des Empedocles von Reflexion des Sonnenlichts

durch den hagelartig geronnenen Mondkörper iſt von Plutarch erwähnt apud Euseb. Praep. Evangel. I, pag. 24 D und de facie in orbe Lunae cap. 5.) Wenn in Homer und Pindar der Uranos χάλκεος und σιδήρεος heißen, ſo bezieht ſich der Ausdruck, wie in dem ehernen Herzen und in der ehernen Stimme, nur auf das Feſte, Dauernde, Unvergängliche (Völcker über Homeriſche Geographie 1830 S. 5). Das Wort κρύσταλλος, auf den eisartig durchſichtigen Bergkryſtall angewandt, findet ſich wohl zuerſt vor Plinius bei Dionyſius Periegetes 781, Aelian. XV, 8 und bei Strabo XV pag. 717, Caſaub. Die Meinung, daß die Idee des kryſtallenen Himmels als Eisgewölbes (aër glaciatus des Lactantius) mit der den Alten durch Bergreiſen und den Anblick von Schneebergen wohlbekannten Wärme-Abnahme der Luftſchichten von unten nach oben entſtanden ſei, wird dadurch widerlegt, daß man ſich über der Grenze des eigentlichen Luftkreiſes den feurigen Aether und die Sterne an ſich als warm dachte (Ariſtot. Meteorol. I, 3; de Coelo II, 7 p. 289). — Bei Erwähnung der Himmelstöne (Ariſtot. de Coelo II p. 290), welche „nach den Pythagoreern die Menſchen darum nicht vernehmen, weil ſie continuirlich ſind, und Töne nur vernommen werden, wenn ſie durch Stillſchweigen unterbrochen ſind", behauptet Ariſtoteles ſonderbar genug, daß die Bewegung der Sphären Wärme in der unter ihnen liegenden Luft erzeugt, ohne ſich ſelbſt zu erhitzen. Ihre Schwingungen bringen Wärme, keine Töne hervor. „Die Bewegung der Fixſtern-Sphäre iſt die ſchnellſte (Ariſtot. de Coelo II, 10 p. 291); während dieſe Sphäre und die an ſie gehefteten Körper im Kreiſe ſich herumſchwingen, wird immer der zunächſt unten liegende Raum durch die Sphären-Bewegung in Hitze gebracht, und es erzeugt ſich die bis zur Erdoberfläche herab verbreitete Wärme" (Meteorol. I, 3 p. 340). Auffallend iſt es mir immer geweſen, daß der Stagirite ſtets das Wort Kryſtallhimmel vermeidet, da der Ausdruck: angeheftete Sterne, ἐνδεδεμένα ἄστρα, deſſen er ſich bedient, doch auf den allgemeinen Begriff feſter Sphären hindeutet, ohne aber die Art der Materie zu ſpecificiren. Cicero ſelbſt läßt ſich über dieſe auch nicht vernehmen, aber in ſeinem Commentator Macrobius (in Cic. Somnium Scipionis I c. 20 pag. 99 ed. Bip.) findet man Spuren freierer Ideen über die mit der Höhe abnehmende Wärme. Nach ihm ſind

die äußerſten Zonen des Himmels von ewiger Kälte heimgeſucht. »Ita enim non solum terram sed ipsum quoque coelum, quod vere mundus vocatur, temperari a sole certissimum est, ut extremitates ejus, quae a via solis longissime recesserunt, omni careant beneficio caloris et una frigoris perpetuitate torpescant.« Dieſe extremitates coeli, in welche der Biſchof von Hippo (Auguſtinus, ed. Antv. 1700, I. p. 102 und III. p. 99) eine Region eiskalter Waſſer, dem oberſten und darum kälteſten aller Planeten, Saturn, nahe, verlegte, ſind immer noch der eigentliche Luftkreis; denn höher über dieſer äußerſten Grenze liegt erſt, nach einer etwas früheren Ausſage des Macrobius (I c. 19 pag. 93), der feurige Aether, welcher, räthſelhaft genug, jener ewigen Kälte nicht hinderlich iſt. »Stellae, supra coelum locatae, in ipso purissimo aethere sunt, in quo omne, quidquid est, lux naturalis et sua est (der Sitz ſelbſtleuchtender Geſtirne), quae tota cum igne suo ita sphaerae solis incumbit, ut coeli zonae, quae procul a sole sunt, perpetuo frigore oppressae sint.« Wenn ich hier den phyſikaliſchen und meteorologiſchen Ideenzuſammenhang bei Griechen und Römern ſo umſtändlich entwickle, ſo geſchieht es nur, weil dieſe Gegenſtände außer den Arbeiten von Ukert, Henri Martin und dem vortrefflichen Fragmente der Meteorologia Veterum von Julius Ideler bisher ſo unvollſtändig und meiſt ungründlich behandelt worden ſind.

[35] (S. 164.) Daß das Feuer die Kraft habe erſtarren zu machen (Ariſtot. Probl. XIV, 11), daß die Eisbildung ſelbſt durch Wärme befördert wird, ſind tief eingewurzelte Meinungen in der Phyſik der Alten, die auf einer ſpielenden Theorie der Gegenſätze (Antiperistasis), auf dunklen Begriffen der Polarität (auf einem Hervorrufen entgegengeſetzter Qualitäten oder Zuſtände) beruhen (Kosmos Bd. III. S. 15 und 29). Hagel entſteht in um ſo größerer Maſſe, als die Luftſchichten erwärmter ſind (Ariſtot. Meteor. I, 12). Beim Winter-Fiſchfang an der Küſte des Pontus wird warmes Waſſer angewandt, damit in der Nähe des eingepflanzten Rohres das Eis ſich vermehre (Alex. Aphrodis. fol. 86 und Plut. de primo frigido c. 12).

[36] (S. 165.) Kepler ſagt ausdrücklich in Stella Martis fol. 9: solidos orbes rejeci; in der Stella nova 1606 cap. 2 p. 8: planetae in puro aethere, perinde atque aves in aëre, cursus

suos conficiunt. (Vergl. auch p. 122.) Früher war er aber der Meinung von einem feſten, eiſigen Himmelsgewölbe (orbis ex aqua factus gelu concreta propter solis absentiam) zugethan (Kepler, Epit. Astr. Copern. I, 2 p. 51). Schon volle 2000 Jahre vor Kepler behauptete Empedocles, daß die Fixſterne am Kryſtallhimmel angeheftet, „die Planeten aber frei und losgelaſſen ſeien (τοὺς δὲ πλανήτας ἀνεῖσθαι). (Plut. plac. phil. II, 13; Emped. 1 p. 335, Sturz; Euſeb. Praep. evang. XV, 30, Col. 1688 p. 839.) Wie nach Plato im Timäus (nicht nach Ariſtoteles) die an feſte Sphären gehefteten Fixſterne einzeln rotirend gedacht werden ſollen, iſt ſchwer zu begreifen (Tim. p. 40 B).

[37] (S. 165.) Kosmos Bd. II. S. 352 und 506.

[38] (S. 166.) Kosmos Bd. III. S. 67 und 113.

[39] (S. 166.) »Les principales causes de la vue indistincte sont: aberration de sphéricité de l'oeil, diffraction sur les bords de la pupille, communication d'irritabilité à des points voisins sur la rétine. La vue confuse est celle où le foyer ne tombe pas exactement sur la rétine, mais tombe au devant ou derrière la rétine. Les queues des étoiles sont l'effet de la vision indistincte autant qu'elle dépend de la constitution du cristallin. D'après un très ancien mémoire de Hassenfratz (1809) »les queues au nombre de 4 ou 8 qu'offrent les étoiles ou une bougie vue à 25 mètres de distance, sont les caustiques du cristallin formées par l'intersection des rayons réfractés.« Ces caustiques se meuvent à mesure que nous inclinons la tête. — La propriété de la lunette de terminer l'image fait qu'elle concentre dans un petit espace la lumière qui sans cela en aurait occupé un plus grand. Cela est vrai pour les étoiles fixes et pour les disques des planètes. La lumière des étoiles qui n'ont pas de disques réels, conserve la même intensité, quel que soit le grossissement. Le fond de l'air duquel se détache l'étoile dans la lunette, devient plus noir par le grossissement qui dilate les molécules de l'air qu'embrasse le champ de la lunette. Les planètes à vrais disques deviennent elles-mêmes plus pâles par cet effet de dilatation. — Quand la peinture focale est nette, quand les rayons partis d'*un point* de l'objet se sont concentrés en *un seul point* dans l'image, l'oculaire donne des résultats satisfaisants. Si au contraire les rayons émanés d'un point ne se réunissent pas au foyer en un seul

point, s'ils y forment *un petit cercle*, les images de deux points contigus de l'objet empiètent nécessairement l'une sur l'autre; leurs rayons se confondent. Cette confusion la lentille oculaire ne saurait la faire disparaître. L'office qu'elle remplit exclusivement, c'est de grossir; elle grossit tout ce qui est dans l'image, les défauts comme le reste. Les étoiles n'ayant pas de diamètres angulaires sensibles, ceux qu'elles conservent toujours, tiennent pour la plus grande partie au manque de perfection des instrumens (à la courbure moins régulière donnée aux deux faces de la lentille objective) et à quelques défauts et aberrations de notre oeil. Plus une étoile semble petite, tout étant égal quant au diamètre de l'objectif, au grossissement employé et à l'éclat de l'étoile observée, et plus la lunette a de perfection. Or le meilleur moyen de juger si les étoiles sont très petites, si des points sont représentés au foyer par de simples points, c'est évidemment de viser à des étoiles excessivement rapprochées entr'elles et de voir si dans les étoiles doubles connues les images se confondent, si elles empiètent l'une sur l'autre, ou bien si on les aperçoit bien nettement séparées.« (Arago, Handschr. von 1834 und 1847.)

[40] (S. 166.) Haſſenfratz sur les rayons divergens des Étoiles in Delamétherie, Journal de Physique T. LXIX. 1809 p. 324.

[41] (S. 167.) Horapollinis Niloi Hieroglyphica ed. Conr. Leemans 1835 cap. 13 p. 20. Der gelehrte Herausgeber (Leemans) erinnert aber gegen Jomard (Descr. de l'Égypte T. VII. p. 423), daß der Stern als Zahlzeichen 5 bisher auf den Monumenten und Papyrusrollen noch nicht gefunden worden iſt. (Horap. p. 194.)

[42] (S. 167.) Auf ſpaniſchen Schiffen in der Südſee habe ich bei Matroſen den Glauben gefunden, daß man vor dem erſten Viertel das Alter des Mondes beſtimmen könne, wenn man die Mondſcheibe durch ein ſeidenes Gewebe betrachte und die Vervielfältigung der Bilder zähle; — ein Phänomen der Diffraction durch feine Spalten.

[43] (S. 167.) Outlines § 816. Arago hat den falſchen Durchmeſſer des Aldebaran im Fernrohr von 4″ bis 15″ wachſen machen, indem er das Objectiv verengte.

[44] (S. 168.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. I. p. 193; Arago, Annuaire 1842 p. 366.

[45] (S. 168.) »Minute and very close companions, the severest tests which can be applied to a telescope«; Outlines § 837. Vergl. auch Sir John Herſchel, Capreiſe p. 29 und Arago im Annuaire pour 1834 p. 302—305. Unter den planetariſchen Weltkörpern können zur Prüfung der Lichtſtärke eines ſtark vergrößernden optiſchen Inſtruments dienen: der 1te und 4te, von Laſſell und Otto Struve 1847 wieder geſehene Uranustrabant; die beiden innerſten und der 7te Saturnstrabant (Mimas, Enceladus und Bond's Hyperion); der von Laſſell aufgefundene Neptunsmond. Das Eindringen in die Tiefen der Himmelsräume veranlaßt Bacon in einer beredten Stelle zum Lobe Galilei's, dem er irrigerweiſe die Erfindung der Fernröhre zuſchreibt, dieſe mit Schiffen zu vergleichen, welche die Menſchen in einen unbekannten Ocean leiten, »ut propiora exercere possint cum coelestibus commercia«; Works of Francis Bacon 1740 Vol. I. Novum Organon p. 361.

[46] (S. 169.) „Der Ausdruck ὑπόκιρρος, deſſen ſich Ptolemäus in ſeinem Catalog für die 6 von ihm genannten Sterne gleichförmig bedient, bezeichnet einen geringen Grad des Ueberganges von feuergelb in feuerroth; er bedeutet alſo, genau zu ſprechen, feuerröthlich. Den übrigen Fixſternen ſcheint er im allgemeinen (Almag. VIII, 3 ed. Halma T. II. p. 94) das Prädicat ξανθός, feuergelb, zu geben. Κίρρος iſt nach Galenus (Meth. med. 12) ein blaſſes Feuerroth, das in Gelb ſpielt. Gellius vergleicht das Wort mit melinus, was nach Servius ſo viel bedeutet als gilvus und fulvus. Da Sirius von Seneca (Nat. Quaest. I, 1) röther als Mars genannt wird, und derſelbe zu den Sternen gehört, welche im Almageſt ὑπόκιρροι genannt werden, ſo bleibt kein Zweifel, daß das Wort das Vorherrſchen oder wenigſtens einen gewiſſen Antheil rother Strahlen andeutet. Die Behauptung, daß das Beiwort ποικίλος, welches Aratus v. 327 dem Sirius beilegt, von Cicero durch rutilus überſetzt worden ſei, iſt irrig. Cicero ſagt allerdings v. 348:

Namque pedes subter rutilo cum lumine claret
Fervidus ille Canis stellarum luce refulgens;

allein rutilo cum lumine iſt nicht Ueberſetzung des ποικίλος,

ſondern ein Zuſatz des freien Ueberſetzers." (Aus Briefen des Herrn Profeſſor Franz an mich.) »Si en substituant *rutilus*«, ſagt Arago (Annuaire 1842 p. 351), »au terme grec d'Aratus, l'orateur-romain renonce à dessein à la fidélité, il faut supposer que lui-même avait reconnu les propriétés rutilantes de la lumière de Sirius.«

[47] (S. 169.) Cleom. Cycl. Theor. I, 11 p. 59.

[48] (S. 169.) Mädler, Aſtr. 1849 S. 391.

[49] (S. 170.) Sir John Herſchel im Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 189 und in Schum. Aſtr. Nachr. 1839 No. 372: »It seems much more likely that in Sirius a red colour should be the effect of a medium interfered, than that in the short space of 2000 years so vast a body should have actually undergone such a material change in its physical constitution. It may be supposed the existence of some sort of *cosmical cloudiness*, subject to internal movements, depending on causes of which we are ignorant.« (Vergl. Arago im Ann. pour 1842 p. 350—353.)

[50] (S. 171.) In Muhamedis Alfragani chronologica et astronomica elementa, ed. Jacobus Christmannus 1590, cap. 22 p. 97 heißt es: »stella ruffa in Tauro Aldebaran; stella ruffa *in Geminis* quae appellatur *Hajok*, hoc est Capra«. Alhajoc, Aijuk ſind aber im arabiſch-lateiniſchen Almageſt die gewöhnlichen Namen der Capella im Fuhrmann. Argelander bemerkt dazu mit Recht: daß Ptolemäus in dem ächten, durch Styl und alte Zeugniſſe bewährten, aſtrologiſchen Werke (Τετράβιβλος σύνταξις) nach Aehnlichkeit der Farbe Planeten an Sterne knüpft und ſo Capella mit Martis stella, quae urit sicut congruit igneo ipsius colori, mit Aurigae stella verbindet. (Vergl. Ptol. quadripart. construct. libri IV, Basil. 1551. p. 383.) Auch Riccioli (Almagestum novum ed. 1650 T. I. Pars 1. lib. 6 cap. 2 p. 394) rechnet Capella neben Antares, Aldebaran und Arcturus zu den rothen Sternen.

[51] (S. 171.) S. die Chronologie der Aegypter von Richard Lepſius Bd. I. 1849 S. 190—195 und 213. Die vollſtändige Einrichtung des ägyptiſchen Calenders wird in die früheſte Epoche des Jahres 3285 vor unſerer Zeitrechnung, d. i. ohngefähr anderthalb Jahrhunderte nach der Erbauung der großen Pyramide

des Cheops-Chufu, und 940 Jahre vor der gewöhnlichen Angabe der Sündfluth, geſetzt (vergl. Kosmos Bd. II. S. 402). In der Berechnung über den Umſtand, daß die von Oberſt Vyſe gemeſſene Inclination des unterirdiſchen, in das Innere der Pyramide führenden engen Ganges ſehr nahe dem Winkel von 26° 15′ entſpricht, welchen zu den Zeiten des Cheops (Chufu) der den Pol bezeichnende Stern α des Drachen in der unteren Culmination zu Gizeh erreichte, iſt die Epoche des Pyramidenbaues nicht, wie nach Lepſius im Kosmos, zu 3430, ſondern (Outlines of Astr. § 319) zu 3970 vor Chr. angenommen. Dieſer Unterſchied von 540 Jahren widerſtreitet um ſo weniger der Annahme, daß α Drac. für den Polarſtern galt, als derſelbe im Jahr 3970 noch 3° 44′ vom Pole abſtand.

[52] (S. 171.) Aus freundſchaftlichen Briefen des Prof. Lepſius (Februar 1850) habe ich folgendes geſchöpft: „Der ägyptiſche Name des Sirius iſt Sothis, als ein weibliches Geſtirn bezeichnet; daher griechiſch ἡ Σῶθις identificirt mit der Göttinn Sote (hieroglyphiſch öfters Sit) und im Tempel des großen Ramſes in Theben mit Iſis-Sothis (Lepſius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 119 und 136). Die Bedeutung der Wurzel findet ſich im Koptiſchen, und zwar mit einer zahlreichen Wortfamilie verwandt, deren Glieder ſcheinbar weit aus einander gehen, ſich aber folgendermaßen ordnen laſſen. Durch dreifache Uebertragung der Verbal-Bedeutung erhält man aus der Urbedeutung auswerfen, projicere (sagittam, telum): erſt ſäen, seminare; dann extendere, ausdehnen, ausbreiten (geſponnene Fäden); endlich, was hier am wichtigſten iſt, Licht ausſtrahlen und glänzen (von Sternen und Feuer). Auf dieſe Reihe der Begriffe laſſen ſich die Namen der Gottheiten Satis (die Schützinn), Sothis (die Strahlende) und Seth (der Feurige) zurückführen. Hieroglyphiſch laſſen ſich nachweiſen: sit oder seti, der Pfeil wie auch der Strahl; seta, ſpinnen; setu, ausgeſtreute Körner. Sothis iſt vorzugsweiſe das hellſtrahlende, die Jahreszeiten und Zeitperioden regelnde Geſtirn. Der kleine, immer gelb dargeſtellte Triangel, der ein ſymboliſches Zeichen der Sothis iſt, wird, vielfach wiederholt und an einander gereihet (in dreifachen Reihen, von der Sonnenſcheibe abwärts ausgehend), zur Bezeichnung der ſtrahlenden Sonne benutzt! Seth iſt der Feuergott, der ſengende; im Gegenſatz der wärmenden,

befruchtenden Nilfluth, der die Saaten tränkenden weiblichen Gottheit Satis. Diese ist die Göttinn der Cataracten, weil mit dem Erscheinen der Sothis am Himmel zur Zeit der Sommerwende das Anschwellen des Nils begann. Bei Vettius Valens wird der Stern selbst Σηθ statt Sothis genannt; keinesweges aber kann man, wie Ideler gethan hat (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 126), dem Namen oder der Sache nach auch Thoth mit Seth oder Sothis identificiren." (Lepsius Bd. I. S. 136.)

Diesen Betrachtungen aus der ägyptischen Urzeit lasse ich die helleniſchen, Zend- und Sanskrit-Etymologien folgen: „Σείρ, die Sonne", sagt Professor Franz, „ist ein altes Stammwort, nur mundartlich verschieden von θερ, θέρος, die Hitze, der Sommer: wobei die Veränderung des Vocallautes wie in τεῖρος und τέρος oder τέρας hervortritt. Zum Beweis der Richtigkeit der angegebenen Verhältnisse der Stammwörter σειρ und θερ, θέρος dient nicht nur die Anwendung von θερείτατος bei Aratus v. 149 (Ideler, Sternnamen S. 241), sondern auch der spätere Gebrauch der aus σείρ abgeleiteten Formen σειρός, σείριος, σειρινός, heiß, brennend. Es ist nämlich bezeichnend, daß σειρὰ oder σειρινὰ ἱμάτια eben so gesagt wird wie θερινὰ ἱμάτια, leichte Sommerkleider. Ausgebreiteter aber sollte die Anwendung der Form σείριος werden; sie bildete das Beiwort aller Gestirne, welche Einfluß auf die Sommerhitze haben: daher nach der Ueberlieferung des Dichters Archilochus die Sonne σείριος ἀστὴρ hieß und Ibycus die Gestirne überhaupt σείρια, die leuchtenden, nennt. Daß in den Worten des Archilochus: πολλοὺς μὲν αὐτοῦ σείριος καταναυσὶ ὀξὺς ἐλλάμπων die Sonne wirklich gemeint ist, läßt sich nicht bezweifeln. Nach Hesychius und Suidas bedeutet allerdings Σείριος Sonne und Hundsstern zugleich; aber daß die Stelle des Hesiodus (Opera et Dies v. 417), wie Tzetzes und Proclus wollen, sich auf die Sonne und nicht auf den Hundsstern beziehe, ist mir eben so gewiß als dem neuen Herausgeber des Theon aus Smyrna, Herrn Martin. Von dem Adjectivum σείριος, welches sich als epitheton perpetuum des Hundssternes selbst festgesetzt hat, kommt das Verbum σειριᾶν, das durch funkeln übersetzt werden kann. Aratus v. 331 sagt vom Sirius: ὀξέα σειριάει, er funkelt scharf. Eine ganz andere Etymologie hat das allein stehende Wort Σειρήν, die Sirene; und Ihre Vermuthung, daß es wohl

nur eine zufällige Klangähnlichkeit mit dem Leuchtſtern Sirius habe, iſt vollkommen begründet. Ganz irrig iſt die Meinung derer, welche nach Theon Smyrnäus (Liber de Astronomia 1850 p. 202) Σειρὴν von σειριάζειν (einer übrigens auch unbeglaubigten Form für σειριᾶν) ableiten. Während daß in σείριος die Bewegung der Hitze und des Leuchtens zum Ausdruck kommt, liegt dem Worte Σειρὴν eine Wurzel zum Grunde, welche den fließenden Ton des Naturphänomens darſtellt. Es iſt mir nämlich wahrſcheinlich, daß Σειρὴν mit εἴρειν (Plato, Cratyl. 398 D τὸ γὰρ εἴρειν λέγειν ἐστί) zuſammenhängt, deſſen urſprünglich ſcharfer Hauch in den Ziſchlaut überging." (Aus Briefen des Prof. Franz an mich, Januar 1850.)

Das griechiſche Σείρ, die Sonne, läßt ſich nach Bopp „leicht mit dem Sanskritworte svar vermitteln, das freilich nicht die Sonne, ſondern den Himmel (als etwas glänzendes) bedeutet. Die gewöhnliche Sanskrit-Benennung der Sonne iſt sûrya, eine Zuſammenziehung von svârya, das nicht vorkömmt. Die Wurzel svar bedeutet im allgemeinen glänzen, leuchten. Die zendiſche Benennung der Sonne iſt hvare, mit h für s. Das griechiſche Θερ, Θέρος und Θερμὸς kommt von dem Sanskritworte gharma (Nom. gharmas), Wärme, Hitze, her."

Der ſcharfſinnige Herausgeber des Rigveda, Max Müller, bemerkt, daß „der indiſche aſtronomiſche Name des Hundsſternes vorzugsweiſe Lubdhaka iſt, welches Jäger bedeutet: eine Bezeichnung, die, wenn man an den nahen Orion denkt, auf eine uralte gemeinſchaftliche ariſche Anſchauung dieſer Sterngruppe hinzuweiſen ſcheint." Er iſt übrigens am meiſten geneigt „Σείριος von dem vediſchen Worte sira (davon ein Adjectivum sairya) und der Wurzel sri, gehen, wandeln, abzuleiten: ſo daß die Sonne und der hellſte der Sterne, Sirius, urſprünglich Wandelſtern hießen." (Vergl. auch Pott, Etymologiſche Forſchungen 1833 S. 130.)

[53] (S. 172.) Struve, Stellarum compositarum Mensurae micrometricae 1837 p. LXXIV und LXXXIII.

[54] (S. 172.) Sir John Herſchel, Capreiſe p. 34.

[55] (S. 172.) Mädler, Aſtronomie S. 436.

[56] (S. 172.) Kosmos Bd. II. S. 367 und 513 Anm. 63.

[57] (S. 173.) Arago, Annuaire pour 1842 p. 348.

[58] (S. 173.) Struve, Stellae comp. p. LXXXII.

[59] (S. 173.) Sir John Herſchel, Capreiſe p. 17 und 102 (Nebulae and Clusters No. 3435).

[60] (S. 173.) Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 55.

[61] (S. 173.) Julii Firmici Materni Astron. libri VIII, Basil. 1551, lib. VI cap. 1 p. 150.

[62] (S. 174.) Lepſius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 143. „Im hebräiſchen Texte werden genannt: Asch, der Rieſe (Orion?), das Vielgeſtirn (die Plejaden, Gemut?) und die Kammern des Südens. Die Siebzig überſetzen: *ὁ ποιῶν Πλειάδα καὶ Ἑσπερον καὶ Ἀρκτοῦρον καὶ ταμεῖα νότου.*“

[63] (S. 174.) Ideler, Sternnamen S. 295.

[64] (S. 174.) Martianus Capella verwandelt das Ptolemaeon in Ptolemaeus; beide Namen waren von den Schmeichlern am ägyptiſchen Königshofe erſonnen. Amerigo Veſpucci glaubt drei Canopen geſehen zu haben, deren einer ganz dunkel (fosco) war; Canopus ingens et niger, ſagt die lateiniſche Ueberſetzung: gewiß einer der ſchwarzen Kohlenſäcke (Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. V. p. 227—229). In den oben angeführten Elem. chronol. et astron. von El-Fergani (p. 109) wird erzählt, daß die chriſtlichen Pilgrime den Sohel der Araber (Canopus) den Stern der heil. Catharina zu nennen pflegen, weil ſie die Freude haben ihn zu ſehen und als Leitſtern zu bewundern, wenn ſie von Gaza nach dem Berg Sinai wandern. In einer ſchönen Epiſode des älteſten Heldengedichts der indiſchen Vorzeit, des Ramayana, werden die dem Südpol näheren Geſtirne aus einem ſonderbaren Grunde für neuer geſchaffen erklärt denn die nördlicheren. Als nämlich die von Nordweſten in die Gangesländer eingewanderten brahmaniſchen Indier von dem 30ten Grade nördl. Breite an weiter in die Tropenländer vordrangen und dort die Urbewohner unterjochten, ſahen ſie, gegen Ceylon vorſchreitend, ihnen unbekannte Geſtirne am Horizonte aufſteigen. Nach alter Sitte vereinigten ſie dieſelben zu neuen Sternbildern. Eine kühne Dichtung ließ die ſpäter erblickten Geſtirne ſpäter erſchaffen werden durch die Wunderkraft des Visvamitra. Dieſer bedrohte „die alten Götter, mit ſeiner ſternreicheren ſüdlichen Hemiſphäre die nördliche zu überbieten“. (A. W. von Schlegel in der Zeit-

ſchrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. S. 240.) Wenn in dieſer indiſchen Mythe das Erſtaunen wandernder Völker über den Anblick neuer Himmelsgefilde ſinnig bezeichnet wird (der berühmte ſpaniſche Dichter Garcilaſo de la Vega ſagt von den Reiſenden: ſie wechſeln [gleichzeitig] Land und Sterne, mudan de pays y de estrellas); ſo wird man lebhaft an den Eindruck erinnert, welchen an einem beſtimmten Punkte der Erde das Erſcheinen (Aufſteigen am Horizont) bisher ungeſehener großer Sterne, wie der in den Füßen des Centaur, im ſüdlichen Kreuze, im Eridanus oder im Schiffe, und das völlige Verſchwinden der langeheimathlichen auch in den roheſten Völkern erweckt haben muß. Die Fixſterne kommen zu uns und entfernen ſich wieder durch das Vorrücken der Nachtgleichen. Wir haben an einem anderen Orte daran erinnert, daß das ſüdliche Kreuz in unſeren baltiſchen Ländern bereits 7° hoch am Horizonte leuchtete 2900 Jahre vor unſerer Zeitrechnung: alſo zu einer Zeit, wo die großen Pyramiden Aegyptens ſchon ein halbes Jahrtauſend ſtanden (vergl. Kosmos Bd. I. S. 155, Bd. II. S. 333). „Canopus kann dagegen nie in Berlin ſichtbar geweſen ſein, da ſeine Diſtanz vom Südpol der Ekliptik nur 14° beträgt. Sie müßte 1° mehr betragen, um nur die Grenze der Sichtbarkeit für unſeren Horizont zu erreichen."

[65] (S. 174.) Kosmos Bd. II. S. 203.

[66] (S. 175.) Olbers in Schumacher's Jahrb. für 1840 S. 249 und Kosmos Bd. III. S. 151.

[67] (S. 175.) Études d'Astr. stellaire note 74 p. 31.

[68] (S. 175.) Outlines of Astr. § 785.

[69] (S. 177.) A. a. O. § 795 und 796; Struve, Études d'Astr. stell. p. 66—73 (auch note 75).

[70] (S. 177.) Struve p. 59. Schwinck findet in ſeinen Karten RA. 0°—90° Sterne 2858; RA. 90°—180° Sterne 3011; RA. 180°—270° Sterne 2688; RA. 270°—360° Sterne 3591: Summe 12148 Sterne bis 7m.

[71] (S. 178.) S. über den Nebelkreis in der rechten Hand (bei dem Schwerdtgriff) des Perſeus Eratoſth. Catast. c. 22 p. 51 Schaubach.

[72] (S. 178.) John Herſchel, Capreiſe § 105 p. 136.

[73] (S. 178.) Outlines § 864—869 p. 591—596; Mädler, Aſtr. S. 764.

[74] (S. 179.) Capreiſe § 29 p. 19.

[75] (S. 180.) »A stupendous object, a most magnificent *globular* cluster«, ſagt Sir John Herſchel, »*completely insulated*, upon a ground of the sky perfectly *black* throughout the whole breadth of the sweep.« (Capreiſe p. 18 und 51, Pl. III fig. 1; Outlines § 895 p. 615.)

[76] (S. 180.) Bond in den Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences, new series Vol. III. p. 75.

[77] (S. 180.) Outlines § 874 p. 601.

[78] (S. 180.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. I. p. 697.

[79] (S. 181.) Die erſte und einzige ganz vollſtändige Beſchreibung der Milchſtraße in beiden Hemiſphären verdanken wir Sir John Herſchel in der Capreiſe (Results of Astronomical Observations made during the years 1834—1838, at the Cape of Good Hope) § 316—335 und noch neuer in den Outlines of Astr. § 787—799. In dem ganzen Abſchnitt des Kosmos, welcher der Richtung, der Verzweigung und dem ſo verſchiedenartigen Inhalte der Milchſtraße gewidmet iſt, bin ich allein dem obengenannten Aſtronomen und Phyſiker gefolgt. (Vergl. auch Struve, Études d'Astr. stellaire p. 35—79; Mädler, Aſtr. 1849 § 213; Kosmos Bd. I. S. 109, 156 und 319.) Es bedarf hier wohl kaum der Bemerkung, daß, um nicht dem Sicheren Unſicheres beizumengen, ich in der Beſchreibung der Milchſtraße nichts von dem benutzt habe, was ich, mit lichtſchwachen Inſtrumenten ausgerüſtet, über das ſo ungleichartige Licht der ganzen Zone während meines langen Aufenthalts in der ſüdlichen Hemiſphäre in Tagebüchern niedergeſchrieben hatte.

[80] (S. 181.) Die Vergleichung der getheilten Milchſtraße mit einem Himmelsfluſſe hat die Araber veranlaßt Theile der Conſtellation des Schützen, deſſen Bogen in eine ſternreiche Region derſelben fällt, das zur Tränke gehende Vieh zu nennen, ja den ſo wenig des Waſſers bedürftigen Strauß darin zu finden. (Ideler, Unterſuchung über den Urſprung und die Bedeutung der Sternnamen S. 78, 183 und 187; Niebuhr, Beſchreibung von Arabien S. 112.)

[81] (S. 182.) Outlines p. 529; Schubert, Aſtr. Th. III. S. 71.

[82] (S. 182.) Struve, Études d'Astr. stellaire p. 41.

[83] (S. 182.) Kosmos Bd. I. S. 156 und 415 Anm. 79.

[84] (S. 183.) »Stars standing on a clear black ground (Capreise p. 391). This remarkable belt (the milky way, when examined through powerful telescopes) is found (wonderful to relate!) *to consist entirely of stars scattered by millions*, like glittering dust, on the *black ground* of the general heavens.« (Outlines p. 182, 537 und 539.)

[85] (S. 183.) »*Globular clusters*, except in one region of small extent (between 16^h 45′ and 19^h in RA.), and *nebulae of regular elliptic forms* are comparatively rare in the Milky Way, and are found congregated in the greatest abundance in a part of the heavens the most remote possible from that circle.« Outlines p. 614. Schon Huygens war seit 1656 auf den Mangel alles Nebels und aller Nebelflecke in der Milchstraße aufmerksam. In derselben Stelle, in welcher er die erste Entdeckung und Abbildung des großen Nebelfleckes in dem Gürtel des Orion durch einen 28-füßigen Refractor (1656) erwähnt, sagt er (wie ich schon oben im 2ten Bande des Kosmos S. 514 bemerkt): viam lacteam perspicillis inspectam nullas habere nebulas; die Milchstraße sei wie alles, was man für Nebelsterne halte, ein großer Sternhaufen. Die Stelle ist abgedruckt in Hugenii Opera varia 1724 p. 593.

[86] (S. 183.) Capreise § 105, 107 und 328. Ueber den Nebelring No. 3686 s. p. 114.

[87] (S. 184.) »Intervals absolutely dark *and completely void of any star* of the smallest telescopic magnitude.« Outlines p. 536.

[88] (S. 184.) »No region of the heavens is fuller of objects, beautiful and remarkable in themselves, and rendered still more so by their mode of association and by the peculiar features assumed by the Milky Way, which are without a parallel in any other part of its course.« (Capreise p. 386.) Dieser so lebendige Ausspruch von Sir John Herschel stimmt ganz mit den Eindrücken überein, die ich selbst empfangen. Cap. Jacob (Bombay Engineers) sagt von der Licht-Intensität der Milchstraße in der Nähe des südlichen Kreuzes mit treffender Wahrheit: such is the general blaze of star-light near the Cross from that part of the sky, that a person is immediately made aware of its having risen

above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon. S. Piazzi Smyth on the Orbit of α Cent. in den Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. p. 445.

[89] (S. 185.) Outlines § 789 und 791, Capreise § 325.

[90] (S. 185.) Almageſt lib. VIII cap. 2 (T. II. p. 84 und 90 Halma). Die Beſchreibung des Ptolemäus iſt in einzelnen Theilen vortrefflich, beſonders verglichen mit der Behandlung der Milchſtraße in Ariſtot. Meteor. lib. I p. 29 und 34 nach Ideler's Ausgabe.

[91] (S. 187.) Outlines p. 531. Auch zwiſchen α und γ der Caſſiopea iſt ein auffallend dunkler Flecken dem Contraſte der leuchtenden Umgebung zugeſchrieben; ſ. Struve, Études stell. note 58.

[92] (S. 187.) Einen Auszug aus dem ſo ſeltenen Werke des Thomas Wright von Durham (Theory of the Universe, London 1750) hat Morgan gegeben in dem Philos. Magazine Ser. III. No. 32 p. 241. Thomas Wright, auf deſſen Beſtrebungen Kant's und William Herſchel's ſinnreiche Speculationen über die Geſtaltung unſerer Sternſchicht die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen ſeit dem Anfang dieſes Jahrhunderts ſo bleibend gehefte haben, beobachtete ſelbſt nur mit einem Reflector von 1 Fuß Focallänge.

[93] (S. 188.) Pfaff in Will. Herſchel's ſämmtl. Schriften Bd. I. (1826) S. 78—81; Struve, Études stell. p. 35-

[94] (S. 188.) Encke in Schumacher's Aſtr. Nachr. 622 (1847) S. 341—346.

[95] (S. 188.) Outlines p. 536. Auf der nächſtfolgenden heißt es über denſelben Gegenſtand: »In such cases it is e impossible not to perceive that we are looking *through* a sh stars of no great thickness compared with the distance separates them from us.«

[96] (S. 188.) Struve, Études stell. p. 63. Bi erreichen die größten Fernröhre einen ſolchen Raum de meisluft, in welchem das Daſein einer in weiter Ferne menden Sternſchicht ſich nur durch ein „getüpfeltes, gleichſ Gefecktes“ Anſehen verkündigt (by an uniform dotting or

of the field of view). S. in der Capreiſe p. 390 den Abſchnitt: »on some indications of very remote telescopic branches of the Milky Way, or of an independent sidereal System, or Systems, bearing a resemblance to such branches.«

[97] (S. 189.) Capreiſe § 314.

[98] (S. 189.) Sir William Herſchel in den Philos. Transact. for 1785 p. 21; Sir John Herſchel, Capreiſe § 293. (Vergl. auch Struve, Descr. de l'Observatoire de Poulkova 1845 p. 267—271.)

[99] (S. 189.) »I think«, ſagt Sir John Herſchel, »it is impossible to view this splendid zone from *α Centauri* to the Cross without an impression amounting almost to conviction, that the milky way is not a mere stratum, but annular; or at least that our system is placed within one of the poorer or almost vacant parts of its general mass, and that eccentrically, so as to be much nearer to the region about the Cross than to that diametrically opposite to it.« (Mary Somerville on the connexion of the physical sciences 1846 p. 419.)

[100] (S. 189.) Capreiſe § 315.

IV.

Neu erſchienene und verſchwundene Sterne. — Veränderliche Sterne in gemeſſenen, wiederkehrenden Perioden. — Intenſitäts-Veränderungen des Lichtes in Geſtirnen, bei denen die Periodicität noch unerforſcht iſt.

Neue Sterne. — Das Erſcheinen vorher nicht geſehener Sterne an der Himmelsdecke, beſonders wenn es ein plötzliches Erſcheinen von ſtark funkelnden Sternen erſter Größe iſt, hat von je her als eine Begebenheit in den Welträumen Erſtaunen erregt. Es iſt dies Erſtaunen um ſo größer, als eine ſolche Naturbegebenheit, ein auf einmal Sichtbar-Werden deſſen, was vorher ſich unſerem Blicke entzog, aber deshalb doch als vorhanden gedacht wird, zu den allerſeltenſten Erſcheinungen gehört. In den drei Jahrhunderten von 1500 bis 1800 ſind 42 den Bewohnern der nördlichen Hemiſphäre mit unbewaffnetem Auge ſichtbare Cometen erſchienen, alſo im Durchſchnitt in hundert Jahren vierzehn, während für dieſelben drei Jahrhunderte nur 8 neue Sterne beobachtet wurden. Die Seltenheit der letzteren wird noch auffallender, wenn man größere Perioden umfaßt. Von der in der Geſchichte der Aſtronomie wichtigen Epoche der Vollendung der Alphonſiniſchen Tafeln an bis zum Zeitalter von William Herſchel, von 1252 bis 1800, zählt man der ſichtbaren Cometen ohngefähr 63, der neuen Sterne wieder nur 9;

also für die Zeit, in welcher man in europäischen Culturländern auf eine ziemlich genaue Aufzählung rechnen kann, ergiebt sich das Verhältniß der neuen Sterne zu den ebenfalls mit bloßen Augen sichtbaren Cometen wie 1 zu 7. Wir werden bald zeigen, daß, wenn man die nach den Verzeichnissen des Ma-tuan-lin in China beobachteten neu erschienenen Sterne sorgfältig von den sich schweiflos bewegenden Cometen trennt und bis anderthalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung hinaufsteigt, in fast 2000 Jahren in allem kaum 20 bis 22 solcher Erscheinungen mit einiger Sicherheit aufgeführt werden können.

Ehe wir zu allgemeinen Betrachtungen übergehen, scheint es mir am geeignetsten, durch die Erzählung eines Augenzeugen, und bei einem einzelnen Beispiele verweilend, die Lebendigkeit des Eindrucks zu schildern, welchen der Anblick eines neuen Sternes hervorbringt. Als ich, sagt Tycho Brahe, von meinen Reisen in Deutschland nach den dänischen Inseln zurückkehrte, verweilte ich (ut aulicae vitae fastidium lenirem) in dem anmuthig gelegenen ehemaligen Kloster Herritzwadt bei meinem Onkel Steno Bille, und hatte die Gewohnheit erst am Abend mein chemisches Laboratorium zu verlassen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe am Zenith in der Cassiopea einen strahlenden Fixstern von nie gesehener Größe. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, daß es keine Täuschung sei, und um das Zeugniß Anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden

Landleute, ob ſie den plötzlich auflodernden Stern eben ſo ſähen als ich. Später habe ich erfahren, daß in Deutſchland Fuhrleute und „anderes gemeines Volk“ die Aſtronomen erſt auf die große Erſcheinung am Himmel aufmerkſam machten, „was dann (wie bei den nicht vorher angekündigten Cometen) die gewohnten Schmähungen auf gelehrte Männer erneuerte“.

„Den neuen Stern“, fährt Tycho fort, „fand ich ohne Schweif, von keinem Nebel umgeben, allen anderen Fixſternen völlig gleich, nur noch ſtärker funkelnd als Sterne erſter Größe. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Leier und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleich ſetzen, wenn ſie der Erde am nächſten ſteht (wo dann nur ihr vierter Theil erleuchtet iſt). Menſchen, die mit ſcharfen Augen begabt ſind, erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage ſelbſt in der Mittagsſtunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle anderen Sterne verſchleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mäßiger Dicke (nubes non admodum densas) geſehen. Abſtände von anderen nahen Sternen der Caſſiopea, die ich im ganzen folgenden Jahre mit vieler Sorgfalt maß, überzeugten mich von ſeiner völligen Unbeweglichkeit. Bereits im December 1572 fing die Lichtſtärke an abzunehmen, der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Januar 1573 war er minder hell als Jupiter. Fortgeſetzte photometriſche Schätzungen gaben: für Februar und März Gleichheit mit Sternen erſter Ordnung (stellarum affixarum primi honoris; denn Tycho ſcheint den Ausdruck des Manilius, stellae fixae, nie gebrauchen zu wollen); für April und Mai Lichtglanz von Sternen 2ter, für

Julius und Auguſt 3ter, für October und November 4ter Größe. Gegen den Monat November war der neue Stern nicht heller als der 11te im unteren Theil der Stuhllehne der Caſſiopea. Der Uebergang zur 5ten und 6ten Größe fand vom December 1573 bis Februar 1574 ſtatt. Im folgenden Monat verſchwand der neue Stern, nachdem er 17 Monate lang geleuchtet, ſpurlos für das bloße Auge." (Das Fernrohr wurde erſt 37 Jahre ſpäter erfunden.)

Der allmälige Verluſt der Leuchtkraft des Sternes war dazu überaus regelmäßig, ohne (wie bei η Argûs, einem freilich nicht neu zu nennenden Sterne, in unſeren Tagen der Fall iſt) durch mehrmalige Perioden des Wiederaufloderns, durch eine Wiedervermehrung der Lichtſtärke, unterbrochen zu werden. Wie die Helligkeit, ſo veränderte ſich auch die Farbe, was ſpäter zu vielen irrigen Schlüſſen über die Geſchwindigkeit farbiger Strahlen auf ihrem Wege durch die Welträume Anlaß gegeben hat. Bei ſeinem erſten Erſcheinen, ſo lange er den Lichtglanz der Venus und des Jupiter hatte, war er 2 Monate lang weiß; dann ging er durch die gelbe Farbe in die rothe über. Im Frühjahr 1573 vergleicht ihn Tycho mit Mars, dann findet er ihn faſt mit der rechten Schulter des Orion (mit Beteigeuze) vergleichbar. Am meiſten glich ſeine Farbe der rothen Färbung des Aldebaran. Im Frühjahr 1573, beſonders im Mai, kehrte die weißliche Farbe zurück (albedinem quandam sublividam induebat, qualis Saturni stellae subesse videtur). So blieb er im Januar 1574 fünfter Größe und weiß, doch mit einer mehr getrübten Weiße und im Verhältniß zur Lichtſchwäche auffallend ſtark funkelnd, bis zum allmäligen völligen Verſchwinden im Monat März 1574.

Die Umständlichkeit dieser Angaben[1] beweist schon den Einfluß, welchen das Naturphänomen in einer für die Astronomie so glänzenden Epoche auf Anregung der wichtigsten Fragen ausüben mußte. Da (trotz der oben geschilderten allgemeinen Seltenheit der neuen Sterne) Erscheinungen derselben Art sich, zufällig in den kurzen Zeitraum von 32 Jahren zusammengedrängt, für europäische Astronomen dreimal wiederholten, so wurde die Anregung um so lebhafter. Man erkannte mehr und mehr die Wichtigkeit der Sterncataloge, um der Neuheit des auflodernden Gestirns gewiß zu sein; man discutirte die Periodicität[2] (das Wiedererscheinen nach vielen Jahrhunderten): ja Tycho stellte kühn eine Theorie über die Bildungs- und Gestaltungsprocesse der Sterne aus kosmischem Nebel auf, welche viel Analogie mit der des großen William Herschel hat. Er glaubt, daß der dunstförmige, in seiner Verdichtung leuchtende Himmelsstoff sich zu Fixsternen balle: Caeli materiam tenuissimam, ubique nostro visui et Planetarum circuitibus perviam, in unum globum condensatam, stellam effingere. Dieser überall verbreitete Himmelsstoff habe schon eine gewisse Verdichtung in der Milchstraße, die in einem milden Silberlichte aufdämmere. Deshalb stehe der neue Stern, wie die, welche in den Jahren 945 und 1264 aufloderten, am Rande der Milchstraße selbst (quo factum est quod nova stella in ipso Galaxiae margine constiterit); man glaube sogar noch die Stelle (die Oeffnung, hiatus) zu erkennen, wo der neblige Himmelsstoff der Milchstraße entzogen worden sei.[3] Alles dies erinnert an den Uebergang des kosmischen Nebels in Sternschwärme, an die haufenbildende Kraft, an die Concentration zu einem Centralkern, an die

Hypotheſen über die ſtufenweiſe Entwickelung des Starren aus dem dunſtförmig Flüſſigen, welche im Anfange des 19ten Jahrhunderts zur Geltung kamen, jetzt aber, nach ewig wechſelnden Schwankungen in der Gedankenwelt, vielfach neuem Zweifel unterworfen werden.

Zu den neu erſchienenen kurzzeitigen Sternen (temporary stars) kann man mit ungleicher Gewißheit folgende rechnen, die ich nach den Epochen des erſten Aufloderns geordnet habe:

a) 134 vor Chr. im Scorpion,
b) 123 nach Chr. im Ophiuchus,
c) 173 im Centaur,
d) 369 ?
e) 386 im Schützen,
f) 389 im Adler,
g) 393 im Scorpion,
h) 827 ? im Scorpion,
i) 945 zwiſchen Cepheus und Caſſiopea,
k) 1012 im Widder,
l) 1203 im Scorpion,
m) 1230 im Ophiuchus,
n) 1264 zwiſchen Cepheus und Caſſiopea,
o) 1572 in der Caſſiopea,
p) 1578,
q) 1584 im Scorpion,
r) 1600 im Schwan,
s) 1604 im Ophiuchus,
t) 1609,
u) 1670 im Fuchs,
v) 1848 im Ophiuchus.

Erläuterungen:

a) Erste Erscheinung, Julius 134 vor dem Anfang unserer Zeitrechnung, aus chinesischen Verzeichnissen des Ma-tuan-lin, deren Bearbeitung wir dem sprachgelehrten Eduard Biot verdanken (Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 61); zwischen β und ρ des Scorpions. Unter den außerordentlichen, fremdartig aussehenden Gestirnen dieser Verzeichnisse, welche auch Gast-Sterne (étoiles hôtes, ke-sing, gleichsam Fremdlinge von sonderbarer Physiognomie) genannt und von den mit Schweifen versehenen Cometen durch die Beobachter selbst gesondert worden sind, finden sich allerdings unbewegliche neue Sterne mit einigen ungeschwänzten fortschreitenden Cometen vermischt; aber in der Angabe der Bewegung (Ke-sing von 1092, 1181 und 1458) und in der Nicht-Angabe der Bewegung, wie in dem gelegentlichen Zusatz: „der Ke-sing löste sich auf" (und verschwand), liegt ein wichtiges, wenn gleich nicht untrügliches Criterium. Auch ist wohl hier an das so schwache, nie funkelnde, mildstrahlende Licht des Kopfs aller, geschweiften und ungeschweiften Cometen zu erinnern, während die Licht-Intensität der chinesischen sogenannten außerordentlichen (fremdartigen) Sterne mit der der Venus verglichen wird: was auf die Cometennatur überhaupt und insbesondre auf die der ungeschweiften Cometen gar nicht paßt. Der unter der alten Dynastie Han (134 vor Chr.) erschienene Stern könnte, wie Sir John Herschel bemerkt, der neue Stern des Hipparch sein, welcher nach der Aussage des Plinius ihn zu seinem Sternverzeichniß veranlaßt haben soll. Delambre nennt die Angabe zweimal eine Fabel, »une historiette« (Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 290 und Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 186). Da nach des Ptolemäus ausdrücklicher Aussage (Almag. VII, 2 p. 13 Halma) Hipparchs Verzeichniß an das Jahr 128 vor unserer Zeitrechnung geknüpft ist und Hipparch (wie ich schon an einem anderen Orte gesagt) in Rhodos und vielleicht auch in Alexandrien zwischen den J. 162 und 127 vor Chr. beobachtete, so steht der Conjectur nichts entgegen; es ist sehr denkbar, daß der große Astronom von Nicäa viel früher beobachtete, ehe er auf den Vorsatz geleitet wurde einen wirklichen Catalog anzufertigen. Des Plinius Ausdruck »suo ævo genita« bezieht sich auf die ganze Lebenszeit. Als der Tychonische Stern

1572 erſchien, wurde viel über die Frage geſtritten, ob Hipparchs Stern zu den neuen Sternen oder zu den Cometen ohne Schweif gerechnet werden ſollte. Tycho war der erſten Meinung (Progymn. p. 319—325). Die Worte »ejusque *motu* ad dubitationem adductus« könnten allerdings auf einen ſchwach- oder ungeſchweiften Cometen leiten, aber die rhetoriſche Sprache des Plinius erlaubt jegliche Unbeſtimmtheit des Ausdrucks.

b) Eine chineſiſche Angabe: im December 123 nach dem Anfang unſerer Zeitrechnung, zwiſchen α Herc. und α Ophiuchi; Ed. Biot aus Ma-tuan-lin. (Auch unter Hadrian um das Jahr 130 ſoll ein neuer Stern erſchienen ſein.)

c) Ein ſonderbarer, ſehr großer Stern, wieder aus dem Ma-tuan-lin, wie die nächſtfolgenden drei. Es erſchien derſelbe am 10 Dec. 173 zwiſchen α und β des Centaur, und verſchwand nach acht Monaten, als er nach einander die fünf Farben gezeigt. Eduard Biot ſagt in ſeiner Ueberſetzung successivement. Ein ſolcher Ausdruck würde faſt auf eine Reihe von Färbungen wie im oben beſchriebenen Tychoniſchen neuen Sterne leiten; aber Sir John Herſchel hält ihn richtiger für die Bezeichnung eines farbigen Funkelns (Outlines p. 563): wie Arago einen faſt ähnlichen Ausdruck Kepler's, für den neuen Stern (1604) im Schlangenträger gebraucht, auf gleiche Weiſe deutet (Annuaire pour 1842 p. 347).

d) Dauer des Leuchtens vom März bis Auguſt im Jahr 369.

e) Zwiſchen λ und φ des Schützen. Im chineſiſchen Verzeichniß iſt dieſesmal noch ausdrücklich bemerkt, „wo der Stern verblieb (d. h. ohne Bewegung) von April bis Julius 386".

f) Ein neuer Stern nahe bei α des Adlers, auflodernd mit der Helligkeit der Venus zur Zeit des Kaiſers Honorius, im Jahr 389: wie Cuspinianus, der ihn ſelbſt geſehen, erzählt. Er verſchwand ſpurlos drei Wochen ſpäter.[4]

g) März 393, wieder im Scorpion und zwar im Schwanze dieſes Geſtirns; aus Ma-tuan-lin's Verzeichniß.

h) Das Jahr 827 iſt zweifelhaft; ſicherer iſt die Epoche der erſten Hälfte des 9ten Jahrhunderts, in welcher unter der Regierung des Chalifen Al-Mamun die beiden berühmten arabiſchen Aſtronomen Haly und Giafar Ben-Mohammed Albumazar zu Babylon einen neuen Stern beobachteten, „deſſen Licht dem des Mondes in ſeinen Vierteln geglichen" haben ſoll! Dieſe Natur-

begebenheit fand wieder ſtatt im Scorpion. Der Stern verſchwand ſchon nach einem Zeitraum von vier Monaten.

i) Die Erſcheinung dieſes Sternes, welcher unter dem Kaiſer Otto dem Großen im Jahr 945 aufgeſtrahlt ſein ſoll, wie die des Sternes von 1264, beruhen auf dem alleinigen Zeugniß des böhmiſchen Aſtronomen Cyprianus Leovitius, der ſeine Nachrichten aus einer handſchriftlichen Chronik geſchöpft zu haben verſichert und der darauf aufmerkſam macht, daß beide Erſcheinungen (in den J. 945 und 1264) zwiſchen den Conſtellationen des Cepheus und der Caſſiopea, der Milchſtraße ganz nahe, eben da ſtatt gefunden haben, wo 1572 der Tychoniſche Stern erſchien. Tycho (Progymn. p. 331 und 709) vertheidigt die Glaubwürdigkeit des Cyprianus Leovitius gegen Pontanus und Camerarius, welche eine Verwechſelung mit langgeſchweiften Cometen vermutheten.

k) Nach dem Zeugniß des Mönchs von St. Gallen Hepidannus (der im J. 1088 ſtarb und deſſen Annalen vom Jahre 709 bis 1044 nach Chr. gehen) wurde 1012 am ſüdlichſten Himmel im Zeichen des Widders vom Ende des Monats Mai an drei Monate lang ein neuer Stern von ungewöhnlicher Größe und einem Glanze, der die Augen blendete (oculos verberans), geſehen. Er ſchien auf wunderbare Weiſe bald größer, bald kleiner; zuweilen ſah man ihn auch gar nicht. »Nova stella apparuit insolitae magnitudinis, aspectu fulgurans, et oculos verberans non sine terrore. Quae mirum in modum aliquando contractior, aliquando diffusior, etiam extinguebatur interdum. Visa est autem per tres menses in intimis finibus Austri, ultra omnia signa quae videntur in coelo.« (S. Hepidanni Annales breves in Duchesne, Historiae Francorum Scriptores T. III. 1641 p. 477; vergl. auch Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 201.) Der, von Duchesne und Goldaſt benutzten Handſchrift, welche die Erſcheinung unter das Jahr 1012 ſtellt, hat jedoch die neuere hiſtoriſche Kritik eine andere Handſchrift vorgezogen, welche viele Abweichungen in den Jahrzahlen gegen jene, namentlich um 6 Jahre rückwärts, zeigt. Sie ſetzt die Erſcheinung des Sternes in das J. 1006 (ſ. Annales Sangallenses majores in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Scriptorum T. I. 1826 p. 81). Auch die Autorſchaft des Hepidannus iſt durch die neuen Forſchungen zweifelhaft geworden. Jenes

ſonderbare Phänomen der Veränderlichkeit nennt Chladni den Brand und die Zerſtörung eines Fixſternes. Hind (Notices of the Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 156) vermuthet, daß der Stern des Hepidannus identiſch ſei mit einem neuen Stern, welchen Ma-tuan-lin als in China im Februar 1011 im Schützen zwiſchen σ und φ geſehen verzeichnet. Aber dann müßte ſich Ma-tuan-lin nicht bloß in dem Jahr, ſondern auch in der Angabe der Conſtellation geirrt haben, in welcher der Stern erſchien.

l) Ende Julius 1203 im Schwanz des Scorpions. Nach dem chineſiſchen Verzeichniß „ein neuer Stern von weiß-bläulicher Farbe ohne allen leuchtenden Nebel, dem Saturn ähnlich". (Eduard Biot in der Connaissance des temps pour 1846 p. 68.)

m) Wieder eine chineſiſche Beobachtung aus Ma-tuan-lin, deſſen aſtronomiſche Verzeichniſſe, mit genauer Angabe der Poſition der Cometen und Fixſterne, bis 613 Jahre vor Chr., alſo bis zu den Zeiten des Thales und der Expedition des Coläus von Samos, hinaufſteigen. Der neue Stern erſchien Mitte Decembers 1230 zwiſchen Ophiuchus und der Schlange. Er löſte ſich auf Ende März 1231.

n) Es iſt der Stern, deſſen Erſcheinung der böhmiſche Aſtronom Cyprianus Leovitius gedenkt (ſ. oben bei dem 9ten Sterne im Jahr 945). Zu derſelben Zeit (Julius 1264) erſchien ein großer Comet, deſſen Schweif den halben Himmel einnahm und welcher eben deshalb nicht mit einem zwiſchen Cepheus und Caſſiopea neu auflodernden Sterne hat verwechſelt werden können.

o) Der Tychoniſche Stern vom 11 Nov. 1572 im Thronſeſſel der Caſſiopea; RA. 3° 26′, Decl. 63° 3′ (für 1800).

p) Februar 1578, aus Ma-tuan-lin. Die Conſtellation iſt nicht angegeben; aber die Intenſität des Lichts und die Strahlung müſſen außerordentlich geweſen ſein, da das chineſiſche Verzeichniß den Beiſatz darbietet: „ein Stern groß wie die Sonne"!

q) Am 1 Jul. 1584, unweit π des Scorpions; eine chineſiſche Beobachtung.

r) Der Stern 34 Cygni nach Bayer. Wilhelm Janſon, der ausgezeichnete Geograph, welcher eine Zeit lang mit Tycho beobachtet hatte, heftete zuerſt ſeine Aufmerkſamkeit auf den neuen Stern in der Bruſt des Schwans am Anfange des Halſes, wie eine Inſchrift ſeines Sternglobus bezeugt. Kepler, durch Reiſen und Mangel von Inſtrumenten nach Tycho's Tode gehindert, fing

erſt zwei Jahre ſpäter an ihn zu beobachten, ja er erhielt erſt damals (was um ſo mehr Verwunderung erregt, als der Stern 3ter Größe war) Nachricht von ſeiner Exiſtenz. »Cum mense Majo anni 1602«, ſagt er, »primum litteris monerer de novo Cygni phaenomeno ....« (Kepler de Stella nova tertii honoris in Cygno 1606, angehängt dem Werke de Stella nova in Serpent., p. 152, 154, 164 und 167.) In Kepler's Abhandlung wird nirgends geſagt (wie man in neueren Schriften oft angeführt findet), daß der Stern im Schwan bei ſeinem erſten Erſcheinen 1ter Größe geweſen ſei. Kepler nennt ihn ſogar parva Cygni stella und bezeichnet ihn überall als 3ter Ordnung. Er beſtimmt ſeine Poſition in RA. 300° 46′, Decl. 36° 52′ (alſo für 1800: RA. 302° 36′, Decl. + 37° 27′). Der Stern nahm an Helligkeit beſonders ſeit 1619 ab und verſchwand 1621. Dominique Caſſini (ſ. Jacques Caſſini, Élémens d'Astr. p. 69) ſah ihn wiederum zu 3ter Größe gelangen 1655 und dann verſchwinden; Hevel beobachtete ihn wieder im November 1665: anfangs ſehr klein, dann größer, doch ohne je die 3te Größe wieder zu erreichen. Zwiſchen 1677 und 1682 war er ſchon nur noch 6ter Größe, und als ſolcher blieb er am Himmel. Sir John Herſchel führt ihn auf in der Liſte der veränderlichen Sterne, nicht ſo Argelander.

s) Nächſt dem Stern in der Caſſiopea von 1572 iſt der berühmteſte geworden der neue Stern des Schlangenträgers von 1604 (RA. 259° 42′ und ſüdl. Decl. 21° 15′ für 1800). An jeden derſelben knüpft ſich ein großer Name. Der Stern im rechten Fuß des Schlangenträgers wurde zuerſt nicht von Kepler ſelbſt, ſondern von ſeinem Schüler, dem Böhmen Johann Brunowski, am 10 October 1604: „größer als alle Sterne erſter Ordnung, größer als Jupiter und Saturn, doch weniger groß als Venus"; geſehen. Herlicius will ihn ſchon am 27 September beobachtet haben. Seine Helligkeit ſtand der des Tychoniſchen Sternes von 1572 nach, auch wurde er nicht wie dieſer bei Tage erkannt; ſeine Scintillation war aber um vieles ſtärker und erregte beſonders das Erſtaunen aller Beobachter. Da das Funkeln immer mit Farbenzerſtreuung verbunden iſt, ſo wird viel von ſeinem farbigen, ſtets wechſelnden Lichte geſprochen. Arago (Annuaire pour 1834 p. 299—301 und Ann. pour 1842 p. 345—347) hat ſchon darauf aufmerkſam gemacht, daß der Kepler'ſche Stern keineswegeſ, wie

der Tychoniſche, nach langen Zwiſchenräumen eine andere, gelbe, rothe und dann wieder weiße, Färbung annahm. Kepler ſagt beſtimmt, daß ſein Stern, ſobald er ſich über die Erddünſte erhob, weiß war. Wenn er von den Farben der Iris ſpricht, ſo iſt es, um das farbige Funkeln deutlich zu machen: »exemplo adamantis multanguli, qui Solis radios inter convertendum ad spectantium oculos variabili fulgore revibraret, colores Iridis (stella nova in Ophiucho) successive vibratu *continuo* reciprocabat.« (De Nova Stella Serpent. p. 5 und 125.) Im Anfang des Januars 1605 war der Stern noch heller als Antares, aber von geringerer Lichtſtärke als Arcturus. Ende März deſſelben Jahres wird er als 3ter Größe beſchrieben. Die Nähe der Sonne hinderte alle Beobachtungen 4 Monate lang. Zwiſchen Februar und März 1606 verſchwand er ſpurlos. Die ungenauen Beobachtungen über die „großen Poſitions-Veränderungen des neuen Sterns" von Scipio Claramontius und dem Geographen Blaeu (Blaew) verdienen, wie ſchon Jacques Caſſini (Élémens d'Astronomie p. 65) bemerkt, kaum einer Erwähnung, da ſie durch Kepler's ſichrere Arbeit widerlegt ſind. Die chineſiſchen Verzeichniſſe von Ma-tuan-lin führen eine Erſcheinung an, die mit dem Auflodern des neuen Sterns im Schlangenträger der Zeit und der Poſition nach einige Aehnlichkeit zeigt. Am 30 Sept. 1604 ſah man in China unfern π des Scorpions einen rothgelben („kugelgroßen"?) Stern. Er leuchtete im Südweſt bis November deſſelben Jahres, wo er unſichtbar wurde. Er erſchien wieder den 14 Jan. 1605 in Südoſt, verdunkelte ſich aber ein wenig im März 1606. (Connaissance des temps pour 1846 p. 59.) Die Oertlichkeit π des Scorpions kann leicht mit dem Fuß des Schlangenträgers verwechſelt werden; aber die Ausdrücke Südweſt und Südoſt, das Wiedererſcheinen, und der Umſtand, daß kein endliches völliges Verſchwinden angekündigt wird, laſſen Zweifel über die Identität.

t) Auch ein neuer Stern von anſehnlicher Größe, in Südweſt geſehen, aus Ma-tuan-lin. Es fehlen alle nähere Beſtimmungen.

u) Der vom Carthäuſer Anthelme am 20 Junius des Jahres 1670 am Kopfe des Fuchſes (RA. 294° 27′, Decl. 26° 47′) ziemlich nahe bei β des Schwans entdeckte neue Stern. Er war bei ſeinem erſten Aufſtrahlen nicht 1ter, ſondern nur 3ter Größe, und ſank am 10 Auguſt ſchon bis zur 5ten Größe herab. Er verſchwand

nach 3 Monaten, zeigte ſich aber wieder den 17 März 1671 und zwar in 4ter Größe. Dominique Caſſini beobachtete ihn fleißig im April 1671 und fand ſeine Helligkeit ſehr veränderlich. Der neue Stern ſollte ohngefähr nach 10 Monaten zu demſelben Glanze zurückkehren, aber man ſuchte ihn vergebens im Februar 1672. Er erſchien erſt den 29 März deſſelben Jahres, doch nur in 6ter Größe, und wurde ſeitdem nie wieder geſehen. (Jacques Caſſini, Élémens d'Astr. p. 69—71.) Dieſe Erſcheinungen trieben Dominique Caſſini zum Aufſuchen vorher (von ihm!) nicht geſehener Sterne an. Er behauptet deren 14 aufgefunden zu haben, und zwar 4ter, 5ter und 6ter Größe (8 in der Caſſiopea, 2 im Eridanus und 4 nahe dem Nordpole). Bei dem Mangel der Angaben einzelner Oertlichkeiten können ſie, da ſie ohnedies, wie die zwiſchen 1694 und 1709 von Maraldi aufgefundenen, mehr als zweifelhaft ſind, hier nicht aufgeführt werden. (Jacques Caſſini, Élém. d'Astron. p. 73—77; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 780.)

v) Seit dem Erſcheinen des neuen Sternes im Fuchſe vergingen 178 Jahre, ohne daß ein ähnliches Phänomen ſich dargeboten hätte, obgleich in dieſem langen Zeitraume der Himmel am ſorgfältigſten durchmuſtert wurde, bei fleißigerem Gebrauch von Fernröhren und bei Vergleichung mit genaueren Sterncatalogen. Erſt am 28 April 1848 machte Hind auf der Privat-Sternwarte von Biſhop (South Villa, Regent's Park) die wichtige Entdeckung eines neuen, röthlich gelben Sternes 5ter Größe in dem Schlangenträger: RA. $16^h\,50'\,59''$, ſüdl. Decl. $12°\,39'\,16''$ für 1848. Bei keinem anderen neu erſchienenen Stern iſt die Neuheit der Erſcheinung und die Unveränderlichkeit ſeiner Poſition mit mehr Genauigkeit erwieſen worden. Er iſt jetzt (1850) kaum 11^m, und nach Lichtenberger's fleißiger Beobachtung wahrſcheinlich dem Verſchwinden nahe. (Notices of the Astr. Soc. Vol. VIII. p. 146 und 155—158.)

Die vorliegende Zuſammenſtellung der ſeit 2000 Jahren neu erſchienenen und wieder verſchwundenen Sterne iſt vielleicht etwas vollſtändiger als die, welche bisher gegeben worden ſind. Sie berechtigt zu einigen allgemeinen Betrachtungen. Man unterſcheidet dreierlei: neue Sterne, die plötzlich aufſtrahlen und in mehr oder weniger langen

en; Sterne, deren Helle einer periodiſchen, mbaren Veränderlichkeit unterliegt; und ie η Argûs, auf einmal einen ungewöhnlich) unbeſtimmt wechſelnden Lichtglanz zeigen. einungen ſind wahrſcheinlich ihrer inneren he mit einander verwandt. Der neue Stern 300), welcher nach dem völligen Verſchwin- r das unbewaffnete Auge!) wieder erſchien 1 6ter Größe verblieb, leitet uns auf die der beiden erſten Arten von Himmelserſchei- berühmten Tychoniſchen Stern in der Caſ- glaubte man ſchon in der Zeit, als er noch identiſch mit den neuen Sternen von 945 en zu dürfen. Die dreihundertjährige Pe- Goodricke vermuthete (die partiellen Ab- neriſch vielleicht nicht ſehr ſicheren Erſchei- 9 und 308 Jahre!), wurde von Keill und Jahre reducirt. Arago[5] hat gezeigt, wie) es ſei, daß Tycho's Stern (1572) unter die ſch veränderlichen gehöre. Nichts ſcheint chtigen alle neu erſchienenen Sterne für b zwar in langen, uns wegen ihrer Länge un- enen Perioden, zu halten. Iſt z. B. das ller Sonnen des Firmaments Folge eines elec- Proceſſes in ihren Photoſphären; ſo kann man und temporäre Verdichtungen der Him- ein Dazwiſchentreten ſogenannter kosmi- e anzunehmen) dieſen Lichtproceß als man- eben: einmalig oder periodiſch, regelmäßig ig wiederkehrend, denken. Die electriſchen

Lichtproceſſe unſeres Erdkörpers, als Gewitter im Luftkreiſe oder als Polar-Ausſtrömungen ſich darſtellend, zeigen neben vieler unregelmäßig ſcheinenden Veränderlichkeit doch oft ebenfalls eine gewiſſe von Jahreszeiten und Tagesſtunden abhängige Periodicität. Dieſelbe iſt ſogar oft mehrere Tage hinter einander, bei ganz heiterer Luft, in der Bildung kleines Gewölks an beſtimmten Stellen des Himmels bemerkbar, wie die oft vereitelten Culminations-Beobachtungen von Sternen beweiſen.

Eine beſondere und zu beachtende Eigenthümlichkeit ſcheint mir der Umſtand zu ſein, daß faſt alle mit einer ungeheuren Lichtſtärke, als Sterne erſter Größe und ſelbſt ſtärker funkelnd wie dieſe, auflodern und daß man ſie, wenigſtens für das bloße Auge, nicht allmälig an Helligkeit zunehmen ſieht. Kepler[6] war auf dieſes Criterium ſo aufmerkſam, daß er das citle Vorgeben des Antonius Laurentinus Politianus, den Stern im Schlangenträger (1604) früher als Brunowski geſehen zu haben, auch dadurch widerlegte, daß Laurentinus ſagt: »apparuit nova Stella parva, et postea de die in diem crescendo apparuit lumine non multo inferior Venere, superior Jove.« Faſt ausnahmsweiſe erkennt man nur 3 Sterne, die nicht in erſter Größe aufſtrahlten: nämlich die Sterne 3ter Ordnung im Schwan (1600) und im Fuchſe (1670), und Hind's neuen Stern 5ter Ordnung im Schlangenträger (1848).

Es iſt ſehr zu bedauern, daß ſeit Erfindung des Fernrohrs, wie ſchon oben bemerkt, in dem langen Zeitraume von 178 Jahren, nur 2 neue Sterne geſehen wurden: während daß bisweilen die Erſcheinungen ſich ſo zuſammen-

ängten, daß am Ende des 4ten Jahrhunderts in 24
ıhren 4; im 13ten Jahrhundert in 61 Jahren 3; am
ıde des 16ten und im Anfang des 17ten Jahrhunderts,
der Tycho-Kepler'ſchen Periode, in 37 Jahren 6 beob-
)tet wurden. Ich nehme in dieſen Zahlenverhältniſſen
mer Rückſicht auf die chineſiſchen Beobachtungen außer-
bentlicher Sterne, deren größerer Theil nach dem
ısſpruch der ausgezeichnetſten Aſtronomen Vertrauen ver-
:nt. Warum unter den in Europa geſehenen Sternen
:lleicht der Kepler'ſche im Schlangenträger (1604), nicht
er der Tychoniſche in der Caſſiopea (1572) in Ma-tuan-
ı's Verzeichniſſen aufgeführt iſt, weiß ich eben ſo wenig
ızeln zu erklären, als warum im 16ten Jahrhundert z. B.
er die große in China geſehene Lichterſcheinung vom Fe-
ıar 1578 von europäiſchen Beobachtern nichts berichtet
rd. Der Unterſchied der Länge (114°) könnte nur in
nigen Fällen die Unſichtbarkeit erklären. Wer je mit
nlichen Unterſuchungen beſchäftigt geweſen iſt, weiß, daß
s Nicht-Anführen von politiſchen oder Natur-Begeben-
ıten, auf der Erde und am Himmel, nicht immer ein
:weis der Nicht-Exiſtenz ſolcher Begebenheiten iſt; und
nn man die drei verſchiedenen chineſiſchen im Ma-tuan-
enthaltenen Sternverzeichniſſe mit einander vergleicht,
findet man auch Cometen (z. B. die von 1385 und 1495)
dem einen Verzeichniß aufgeführt, welche in dem anderen
ılen.

Schon ältere Aſtronomen, Tycho und Kepler, haben,
e neuere, Sir John Herſchel und Hind, darauf auf-
rkſam gemacht, daß bei weitem die Mehrzahl aller in
ıropa und China beſchriebenen neuen Sterne (ich finde $^4/_5$)

sich in der Nähe der Milchstraße oder in dieser selbst gezeigt haben. Ist, was den ringförmigen Sternschichten der Milchstraße ein so mildes Nebellicht giebt, wie mehr als wahrscheinlich ist, ein bloßes Aggregat telescopischer Sternchen; so fällt Tycho's oben erwähnte Hypothese von der Bildung neu auflodernder Fixsterne aus sich ballendem verdichteten dunstförmigen Himmelsstoff über den Haufen. Was in gedrängten Sternschichten und Sternschwärmen, falls sie um gewisse centrale Kerne rotiren, die Anziehungskräfte vermögen, ist hier nicht zu bestimmen und gehört in den mythischen Theil der Astrognosie. Unter 21 in der vorstehenden Liste aufgeführten neu erschienenen Sternen sind 5 (134, 393, 827, 1203, 1584) im Scorpion, 3 in der Cassiopea und dem Cepheus (945, 1264, 1572), 4 im Schlangenträger (123, 1230, 1604, 1848) aufgestrahlt; aber auch sehr fern von der Milchstraße ist einmal (1012) im Widder ein neuer Stern gesehen worden (der Stern des Mönchs von St. Gallen). Kepler selbst, der den von Fabricius 1596 am Halse des Wallfisches als auflodernd beschriebenen und im October desselben Jahres für ihn verschwundenen Stern für einen neuen hielt, giebt diese Position ebenfalls für einen Gegengrund an (Kepler de Stella nova Serp. p. 112). Darf man aus der Frequenz des Aufloderns in denselben Constellationen folgern, daß in gewissen Richtungen des Weltraums, z. B. in denen, in welchen wir die Sterne des Scorpions und der Cassiopea sehen, die Bedingungen des Aufstrahlens durch örtliche Verhältnisse besonders begünstigt werden? Liegen nach diesen Richtungen hin vorzugsweise solche Gestirne, welche zu explosiven, kurzzeitigen Lichtprocessen geeignet sind?

Die Dauer des Leuchtens neuer Sterne ist die kürzeste gewesen in den Jahren 389, 827 und 1012. In dem ersten der genannten Jahre war sie 3 Wochen; in dem zweiten 4, in dem dritten 3 Monate. Dagegen hat des Tycho Stern in der Cassiopea 17 Monate lang geleuchtet, Kepler's Stern im Schwan (1600) volle 21 Jahre bis zu seinem Verschwinden. Er erschien wieder 1655: und zwar, wie beim ersten Auflodern, in 3ter Größe; um bis zu 6ter zu schwinden, ohne nach Argelander's Beobachtungen in die Classe periodisch veränderlicher Sterne zu treten.

Verschwundene Sterne. — Die Beachtung und Aufzählung der sogenannten verschwundenen Sterne ist von Wichtigkeit für das Aufsuchen der großen Zahl kleiner Planeten, die wahrscheinlicherweise zu unserem Sonnensystem gehören; aber trotz der Genauigkeit der neuen Positions-Verzeichnisse teleskopischer Fixsterne und der neuen Sternkarten ist die Ueberzeugung der Gewißheit, daß ein Stern an dem Himmel wirklich seit einer bestimmten Epoche verschwunden ist, doch nur bei großer Sorgfalt zu erlangen. Beobachtungs-, Reductions- und Druckfehler[7] entstellen oft die besten Cataloge. Das Verschwinden der Weltkörper an den Orten, wo man sie ehemals bestimmt gesehen, kann so gut die Folge eigener Bewegung als eine solche Schwächung des Lichtprocesses auf der Oberfläche oder in der Photosphäre sein, daß die Lichtwellen unser Sehorgan nicht mehr hinlänglich anregen. Was wir nicht mehr sehen, ist darum nicht *untergegangen*. Die Idee der *Zerstörung*, des *Ausbrennens* von unsichtbar werdenden Sternen gehört der Tychonischen Zeit an. Auch Plinius fragt in der schönen Stelle über Hipparch: »stellae an

obirent nascerenturve«. Der ewige ſcheinbare Weltwechſel des Werdens und Vergehens iſt nicht Vernichtung, ſondern Uebergang der Stoffe in neue Formen; in Miſchungen, die neue Proceſſe bedingen. Dunkele Weltkörper können durch einen erneuerten Lichtproceß plötzlich wieder aufſtrahlen.

Periodiſch veränderliche Sterne. — Da an der Himmelsdecke ſich alles bewegt, alles dem Raum und der Zeit nach veränderlich iſt, ſo wird man durch Analogien zu der Vermuthung geleitet: daß, wie die Fixſterne insgeſammt eine ihnen eigenthümliche, nicht etwa bloß ſcheinbare Bewegung haben, eben ſo allgemein die Oberfläche oder die leuchtende Atmoſphäre derſelben Veränderungen erleiden, welche bei der größeren Zahl dieſer Weltkörper in überaus langen und daher ungemeſſenen, vielleicht unbeſtimmbaren, Perioden wiederkehren; bei wenigen, ohne periodiſch zu ſein, wie durch eine plötzliche Revolution, auf bald längere, bald kürzere Zeit eintreten. Die letztere Claſſe von Erſcheinungen, von der in unſeren Tagen ein großer Stern im Schiffe ein merkwürdiges Beiſpiel darbietet, wird hier, wo nur von veränderlichen Sternen in ſchon erforſchten und gemeſſenen Perioden die Rede iſt, nicht behandelt. Es iſt wichtig drei große ſiderale Naturphänomene, deren Zuſammenhang noch nicht erkannt worden iſt, von einander zu trennen: nämlich veränderliche Sterne von bekannter Periodicität, Auflodern von ſogenannten neuen Sternen, und plötzliche Lichtveränderungen von längſt bekannten, vormals in gleichförmiger Intenſität leuchtenden Fixſternen. Wir verweilen zuerſt ausſchließlich bei der erſten Form der Veränderlichkeit: wovon das am früheſten genau beobachtete Beiſpiel

(1638) durch Mira Ceti, einen Stern am Halſe des Wallfiſches, dargeboten ward. Der oſtfrieſiſche Pfarrer David Fabricius, der Vater des Entdeckers der Sonnenflecken, hatte allerdings ſchon 1596 den Stern am 13 Auguſt als einen 3ter Größe beobachtet und im October deſſelben Jahres verſchwinden ſehen. Den alternirend wiederkehrenden Lichtwechſel, die periodiſche Veränderlichkeit entdeckte erſt 42 Jahre ſpäter ein Profeſſor von Franeker, Johann Phocylides Holwarda. Dieſer Entdeckung folgte in demſelben Jahrhundert noch die zweier andrer veränderlicher Sterne: β Persei (1669), von Montanari, und χ Cygni (1687), von Kirch beſchrieben.

Unregelmäßigkeiten, welche man in den Perioden bemerkte, und die vermehrte Zahl der Sterne derſelben Claſſe haben ſeit dem Anfang des 19ten Jahrhunderts das Intereſſe für dieſe ſo complicirte Gruppe von Erſcheinungen auf das lebhafteſte angeregt. Bei der Schwierigkeit des Gegenſtandes und bei meinem Streben, in dieſem Werke die numeriſchen Elemente der Veränderlichkeit, als die wichtigſte Frucht aller Beobachtung, ſo darlegen zu können, wie ſie in dem dermaligen Zuſtande der Wiſſenſchaft erforſcht ſind: habe ich die freundliche Hülfe des Aſtronomen in Anſpruch genommen, welcher ſich unter unſeren Zeitgenoſſen mit der angeſtrengteſten Thätigkeit und dem glänzendſten Erfolge dem Studium der periodiſch veränderlichen Sterne gewidmet hat. Die Zweifel und Fragen, zu denen mich meine eigene Arbeit veranlaßte, habe ich meinem gütigen Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn, vertrauensvoll vorgelegt; und ſeinen handſchriftlichen Mittheilungen allein verdanke ich, was hier folgt und

großentheils auf anderen Wegen noch nicht veröffentlicht worden ist.

Die Mehrzahl der veränderlichen Sterne ist allerdings roth oder röthlich, keineswegs aber sind es alle. So z. B. haben ein weißes Licht, außer β Persei (Algol am Medusenhaupte), auch β Lyrae und ε Aurigae. Etwas gelblich ist η Aquilae und in noch geringerem Grade ζ Geminorum. Die ältere Behauptung, daß einige veränderliche Sterne, besonders Mira Ceti, beim Abnehmen röther seien als beim Zunehmen der Helligkeit, scheint ungegründet. Ob in dem Doppelstern α Herculis, in welchem der große Stern von Sir William Herschel roth, von Struve gelb, der Begleiter dunkelblau genannt wird, dieser kleine Begleiter, zu 5^m bis 7^m geschätzt, selbst auch veränderlich ist; scheint sehr problematisch. Struve[8] selbst sagt auch nur: suspicor minorem esse variabilem. Veränderlichkeit ist keineswegs an die rothe Farbe gebunden. Es giebt viele rothe Sterne, zum Theil sehr rothe, wie Arcturus und Aldebaran, an denen noch keine Veränderlichkeit bisher wahrgenommen worden ist. Dieselbe ist auch mehr als zweifelhaft in einem Stern des Cepheus (No. 7582 des Catalogs der britischen Association), welchen wegen seiner außerordentlichen Röthe William Herschel 1782 den Granatstern genannt hat.

Die Zahl der periodisch veränderlichen Sterne ist schon deshalb schwierig anzugeben, weil die bereits ermittelten Perioden von sehr ungleicher Unsicherheit sind. Die zwei veränderlichen Sterne des Pegasus, so wie α Hydrae, ε Aurigae, α Cassiopeae haben nicht die Sicherheit von Mira Ceti, Algol und δ Cephei. Bei der Aufzählung in einer

Tabelle kommt es alſo darauf an, mit welchem Grade der Gewißheit man ſich begnügen wolle. Argelander zählt, wie in ſeiner am Ende dieſer Unterſuchung abgedruckten Ueberſichtstafel zu erſehen iſt, der befriedigend beſtimmten Perioden nur 24 auf.[9]

Wie das Phänomen der Veränderlichkeit ſich bei rothen und einigen weißen Sternen findet, ſo bieten es auch Sterne von den verſchiedenſten Größenordnungen dar: z. B. ein Stern 1^m, α Orionis; 2^m: Mira Ceti, α Hydrae, α Cassiopeae, β Pegasi; $2 . 3^m$ β Persei; $3 . 4^m$ η Aquilae und β Lyrae. Es giebt aber zugleich auch, und in weit größerer Menge, veränderliche Sterne 6^m bis 9^m: wie die variabiles Coronae, Virginis, Cancri und Aquarii. Der Stern χ im Schwan hat ebenfalls im Maximum ſehr große Schwankungen.

Daß die Perioden der veränderlichen Sterne ſehr unregelmäßig ſind, war längſt bekannt; aber daß dieſe Veränderlichkeit in ihrer ſcheinbaren Unregelmäßigkeit beſtimmten Geſetzen unterworfen iſt, hat Argelander zuerſt ergründet. Er hofft es in einer eigenen, größeren Abhandlung umſtändlicher erweiſen zu können. Bei χ Cygni hält er jetzt zwei Perturbationen in der Periode, die eine von 100, die andere von 8½ Einzel-Perioden, für wahrſcheinlicher als eine von 108. Ob ſolche Störungen in Veränderungen des Lichtproceſſes, der in der Atmoſphäre des Sterns vorgeht, gegründet ſind, oder in der Umlaufszeit eines um die Fixſternſonne χ Cygni kreiſenden, auf die Geſtalt jener Photoſphäre durch Anziehung wirkenden Planeten: bleibt freilich noch ungewiß. Die größten Unregelmäßigkeiten in der Veränderung der Intenſität bietet ſicherlich variabilis Scuti

(des Sobieski'schen Schildes) dar: da dieser Stern bisweilen von 5 . 4^m bis zu 9^m herabsinkt, ja nach Pigott am Ende des vorigen Jahrhunderts einmal ganz verschwunden sein soll. Zu anderen Zeiten sind seine Schwankungen in der Helligkeit nur zwischen 6 . 5^m und 6^m gewesen. Im Maximum hat χ Cygni zwischen 6 . 7^m und 4^m, Mira zwischen 4^m und 2 . 1^m geschwankt. Dagegen zeigt δ Cephei eine *außerordentliche*, ja von allen Veränderlichen die *größte Regelmäßigkeit* in der Länge der Perioden, wie 87 zwischen dem 10 October 1840 und 8 Januar 1848 und noch später beobachtete Minima erwiesen haben. Bei ε Aurigae geht die von einem unermüdlichen Beobachter, Herrn Heis in Aachen, aufgefundene Veränderung der Lichthelle [10] nur von 3 . 4^m bis 4 . 5^m.

Große Unterschiede der Helligkeit im Maximum zeigt **Mira** Ceti. Im Jahr 1779 z. B. war (6 Nov.) Mira nur wenig schwächer als Aldebaran gewesen, gar nicht selten heller als Sterne 2^m: während dieser veränderliche Stern zu anderen Zeiten nicht die Intensität (4^m) von δ Ceti erreichte. Seine mittlere Helligkeit ist gleich der von γ Ceti (3^m). Wenn man die Helligkeit der schwächsten dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran mit 50 bezeichnet, so hat Mira in ihrem Maximum zwischen 20 und 47 geschwankt. Ihre wahrscheinliche Helligkeit ist durch 30 auszudrücken; sie bleibt öfter unter dieser Grenze, als sie dieselbe übersteigt. Die Uebersteigungen sind aber, wenn sie eintreten, dem Grade nach bedeutender. Eine entschiedene Periode dieser Oscillationen ist noch nicht entdeckt, aber es giebt Andeutungen von einer 40jährigen und einer 160jährigen Periode.

Die Dauer der Perioden der Lichtveränderung varii nach Verschiedenheit der Sterne wie 1 : 250. Die kürzes Periode bietet unstreitig β Persei dar, von 68 Stunde 49 Minuten; wenn sich nicht die des Polaris von wenig als 2 Tagen bestätigen sollte. Auf β Persei folgen zu nächst δ Cephei (5 T. 8 St. 49 Min.), η Aquilae (7 4 St. 14 Min.) und ζ Geminorum (10 T. 3 St. 35 Min. Die längste Dauer der Lichtveränderung haben: 30 Hydr Hevelii von 495 Tagen, χ Cygni von 406 T., variabi Aquarii von 388 T., Serpentis S von 367 Tagen u Mira Ceti von 332 T. Bei mehreren Veränderliche ist es ganz entschieden, daß sie geschwinder zu- als abne men; am auffallendsten zeigt sich diese Erscheinung be δ Cephei. Andere brauchen gleiche Zeit zum Zu- und Ab nehmen (z. B. β Lyrae). Bisweilen erkennt man sogar in diesem Verhältniß eine Verschiedenheit bei denselben Sternen, aber in verschiedenen Epochen ihrer Lichtprocesse. Mira Ceti nimmt in der Regel (wie δ Cephei) rascher zu als ab; doch ist bei Mira auch schon das Entgegengesetzte beobachtet worden.

Was Perioden von Perioden betrifft; so zeigen sich solche mit Bestimmtheit bei Algol, bei Mira Ceti, bei β Lyrae und mit vieler Wahrscheinlichkeit bei χ Cygni. Die Abnahme der Periode von Algol ist jetzt unbezweifelt. Goodricke hat dieselbe nicht gefunden; wohl aber Argelander, als er im Jahr 1842 über 100 sichere Beobachtungen vergleichen konnte, von denen die äußersten über 58 Jahre (7600 Perioden umfassend) von einander entfernt waren (Schumacher's Astron. Nachr. No. 472 und 624). Die Abnahme der Dauer wird immer bemerkbarer.[11] Für

die Perioden des Maximums von Mira (das von Fabricius 1596 beobachtete Maximum der Helligkeit mit eingerechnet) hat Argelander eine Formel[12] aufgestellt, aus welcher alle Maxima sich so ergeben, daß der wahrscheinliche Fehler, bei einer langen Periode der Veränderlichkeit von 331 T. 8 St., im Mittel nicht 7 Tage übersteigt, während bei Annahme einer gleichförmigen Periode er 15 Tage sein würde.

Das doppelte Maximum und Minimum von β Lyrae in jeder fast 13tägigen Periode hat schon der Entdecker Goodricke (1784) sehr richtig erkannt; es ist aber durch die neuesten Beobachtungen noch mehr außer Zweifel[13] gesetzt worden. Merkwürdig ist es, daß der Stern in beiden Maximis dieselbe Helligkeit erlangt; aber in dem Haupt-Minimum wird er um eine halbe Größe schwächer als in dem anderen. Seit der Entdeckung der Veränderlichkeit von β Lyrae ist die Periode in der Periode wahrscheinlich immer länger geworden. Anfangs war die Veränderlichkeit rascher, dann wurde sie allmälig langsamer, und diese Zunahme der Langsamkeit fand ihre Grenze zwischen den Jahren 1840 und 1844. In dieser Zeit blieb die Dauer ohngefähr dieselbe, jetzt ist sie bestimmt wieder im Abnehmen begriffen. Etwas ähnliches wie das doppelte Maximum von β Lyrae zeigt sich bei δ Cephei; es ist in so fern eine Hinneigung zu einem zweiten Maximum, als die Lichtabnahme nicht gleichförmig fortschreitet, sondern, nachdem sie anfangs ziemlich rasch gewesen ist, nach einiger Zeit ein Stillstand oder wenigstens eine sehr unbedeutende Abnahme in der Helligkeit eintritt, bis die Abnahme auf einmal wieder rascher wird. Es ist als wenn bei einigen

Sternen das Licht gehindert werde ſich völlig zu einem zweiten Maximum zu erheben. In χ Cygni walten ſehr wahrſcheinlich zwei Perioden der Veränderlichkeit: eine größere von 100 und eine kleinere von $8\frac{1}{2}$ Einzel-Perioden.

Die Frage, ob im ganzen mehr Regelmäßigkeit bei veränderlichen Sternen von ſehr kurzen als von ſehr langen Perioden herrſche, iſt ſchwer zu beantworten. Die Abweichungen von einer gleichförmigen Periode können nur relativ genommen werden, d. h. in Theilen dieſer Periode ſelbſt. Um bei langen Perioden zu beginnen, müſſen χ Cygni, Mira Ceti und 30 Hydrae zuerſt betrachtet werden. Bei χ Cygni gehen die Abweichungen von der Periode (406,0634 T.), welche in der Vorausſetzung einer gleichförmigen Veränderlichkeit am wahrſcheinlichſten iſt, bis auf 39,4 T. Wenn auch von dieſen ein Theil den Beobachtungsfehlern zugeſchrieben wird, ſo bleiben gewiß noch 29 bis 30 Tage, d. i. $\frac{1}{14}$ der ganzen Periode. Bei Mira Ceti [14], in einer Periode von 331,340 T., gehen die Abweichungen auf 55,5 T.; ſie gehen ſo weit, ſelbſt wenn man die Beobachtung von David Fabricius unberückſichtigt läßt. Beſchränkt man die Schätzung wegen der Beobachtungsfehler auf 40 Tage; ſo erhält man $\frac{1}{8}$, alſo im Vergleich mit χ Cygni eine faſt doppelt große Abweichung. Bei 30 Hydrae, welche eine Periode von 495 Tagen hat, iſt dieſelbe gewiß noch größer, vielleicht $\frac{1}{5}$. Die veränderlichen Sterne mit ſehr kurzen Perioden ſind erſt ſeit wenigen Jahren (ſeit 1840 und noch ſpäter) anhaltend und mit gehöriger Genauigkeit beobachtet worden: ſo daß, auf ſie angewandt, das hier behandelte Problem noch ſchwerer zu löſen iſt. Es ſcheinen jedoch nach den bisherigen Erfahrungen weniger große

Abweichungen sich darzubieten. Bei η Aquilae (Periode 7 T. 4 St.) sind sie nur auf $^1/_{16}$ oder $^1/_{17}$ der ganzen Periode, bei β Lyrae (Periode 12 T. 21 St.) auf $^1/_{27}$ oder $^1/_{30}$ gestiegen; aber diese Untersuchung ist bisher noch vielen Ungewißheiten unterworfen bei Vergleichung kurzer und langer Perioden. Von β Lyrae sind 1700 bis 1800 Perioden beobachtet, von Mira Ceti 279, von χ Cygni gar nur 145.

Die angeregte Frage: ob Sterne, die lange in regelmäßigen Perioden sich veränderlich gezeigt haben, aufhören es zu sein, scheint verneint werden zu müssen. So wie es unter den fortwährend veränderlichen Sternen solche giebt, welche zuweilen eine sehr starke, zuweilen eine sehr schwache Veränderlichkeit zeigen (z. B. variabilis Scuti); so scheint es auch andere zu geben, deren Veränderlichkeit zu gewissen Zeiten so gering ist, daß wir sie mit unseren beschränkten Mitteln nicht wahrzunehmen vermögen. Dahin gehört variabilis Coronae bor. (No. 5236 im Catalog der British Association), von Pigott als veränderlich erkannt und eine Zeit lang beobachtet. Im Winter 179$^5/_6$ ward der Stern völlig unsichtbar; später erschien er wieder, und seine Lichtveränderungen wurden von Koch beobachtet. Harding und Westphal fanden seine Helligkeit 1817 fast ganz constant, bis 1824 wieder Olbers seinen Lichtwechsel beobachten konnte. Die Constanz trat nun wieder ein und wurde vom August 1843 bis September 1845 von Argelander ergründet. Ende September fing eine neue Abnahme an. Im October war der Stern im Cometensucher nicht mehr sichtbar, erschien wieder im Februar 1846, und erreichte Anfangs Juni seine gewöhnliche 6te Größe. Er hat sie seitdem behalten, wenn man kleine und nicht sehr

ichere Schwankungen abrechnet. Zu dieſer räthſelhaften
Klaſſe von Sternen gehört auch variabilis Aquarii, un
vielleicht Janſon's und Kepler's Stern im Schwan vo
600, deſſen wir bereits unter den neu erſchienenen Ste
en gedacht haben.

Tabelle über die veränderlichen Sterne von Fr. Argelander.

ichnung des Sterns.	Dauer der Periode.			Helligkeit im Maxim.		Minim.		Name des Entdeckers und Zeit der Entdeckung.	
	T.	St.	Min.	Gr.		Gr.	Gr.		
	331	20	—	4 bis	2.1	0		Holwarda	1639
ici	2	20	49		2.3	4		Montanari	1669
ni	406	1	30	6.7 bis	4	0		Gottfr. Kirch	1687
drae Hev.	495	—	—	5 „	4	0		Maraldi	1704
R, 420 M.	312	18	—		5	0		Koch	1782
ilae	7	4	14		3.4	5.4		E. Pigott	1784
ae	12	21	45		3.4	4.5		Goodricke	1784
hei	5	8	49		4.3	5.4		Goodricke	1784
culis	66	8	—		3	3.4		Wilh. Herschel	1795
ae R	323	—	—		6	0		E. Pigott	1795
R	71	17	—	6.5 bis	5.4	9 bis	6	E. Pigott	1795
is R	145	21	—	7 „	6.7	0		Harding	1809
ii R	388	13	—	9 „	6.7	0		Harding	1810
ıtis R	359	—	—		6.7	0		Harding	1826
ıtis S	367	5	—	8 „	7.8	0		Harding	1828
i R	380	—	—		7	0		Schwerd	1829
iopeae	79	3	—		2	3.2		Birt	1831
ınis	196	0	—		1	1.2		John Herschel	1836
rae	55	—	—		2	2.3		John Herschel	1837
gae		?			3.4	4.5		Heis	1846
inorum	10	3	35		4.3	5.4		Schmidt	1847
asi	40	23	—		2	2.3		Schmidt	1848
i R	350	—	—		8	0		Hind	1848
i S		?			7.8	0		Hind	1848

Bemerkungen.

Die 0 in der Columne für das Minimum bedeutet, daß der Stern zur Zeit deſſelben ſchwächer als 10ter Größe iſt. Um die kleineren veränderlichen Sterne, die meiſtens weder Namen noch ſonſtige Bezeichnungen haben, einfach und bequem angeben zu können, habe ich mir erlaubt ihnen Buchſtaben beizulegen: und zwar, da die griechiſchen und kleinen lateiniſchen zum großen Theile ſchon von Bayer gebraucht worden ſind, die des großen Alphabets.

Außer den in der Tabelle aufgeführten giebt es faſt noch eben ſo viele Sterne, die der Veränderlichkeit verdächtig ſind, indem ſie von verſchiedenen Beobachtern mit verſchiedenen Größen angeführt werden. Da dieſe Schätzungen aber nur gelegentliche und nicht mit großer Schärfe ausgeführt waren, auch verſchiedene Aſtronomen verſchiedene Grundſätze beim Schätzen der Größen haben; ſo ſcheint es ſicherer ſolche Fälle nicht zu berückſichtigen, bis derſelbe Beobachter zu verſchiedenen Zeiten entſchiedene Veränderlichkeit gefunden hat. Bei allen in der Tafel angegebenen iſt dies der Fall; und ihr periodiſcher Lichtwechſel iſt ſicher, auch wo die Periode ſelbſt noch nicht hat beſtimmt werden können. Die angegebenen Perioden beruhen zum größten Theil auf eigenen Unterſuchungen ſämmtlicher bekannt gewordener älterer und meiner über 10 Jahre umfaſſenden noch ungedruckten Beobachtungen. Ausnahmen werden in den folgenden Notizen über die einzelnen Sterne angegeben werden.

In dieſen gelten die Poſitionen für 1850 und ſind in gerader Aufſteigung und Abweichung ausgedrückt. Der oft gebrauchte Ausdruck Stufe bedeutet einen Unterſchied in der Helligkeit, welcher ſich noch ſicher mit bloßen Augen erkennen läßt, oder für die mit unbewaffnetem Auge unſichtbaren Sterne durch einen Fraunhofer'ſchen Cometenſucher von 24 Zoll Brennweite. Für die helleren Sterne über 6ter Größe beträgt eine Stufe ungefähr den 10ten Theil des Unterſchiedes, um welchen die auf einander folgenden Größenclaſſen von einander verſchieden ſind; für die kleineren Sterne ſind die gebräuchlichen Größenclaſſen bedeutend enger.

1) o Ceti, AR. 32° 57′, Decl. — 3° 40′; auch wegen ſeines wunderbaren Lichtwechſels, der an dieſem Sterne zuerſt wahrgenommen wurde, Mira genannt. Schon in der zweiten Hälfte des 17ten Jahrhunderts erkannte man die Periodicität dieſes Sterns, und Boulliaud beſtimmte die Dauer der Periode auf 333 Tage;

indeß fand man auch zugleich, daß dieſe Dauer bald länger, bald kürzer ſei, ſo wie daß der Stern in ſeinem größten Lichte bald heller bald ſchwächer erſcheine. Dies hat nun die Folgezeit vollkommen beſtätigt. Ob der Stern jemals ganz unſichtbar wird, iſt noch nicht entſchieden; man hat ihn zuweilen 11ter oder 12ter Größe zur Zeit des Minimums geſehn, zu anderen Zeiten mit 3- und 4-füßigen Fernröhren nicht ſehen können. So viel iſt gewiß, daß er eine lange Zeit ſchwächer als 10ter Größe iſt. Es ſind aber überhaupt über dies Stadium nur wenige Beobachtungen vorhanden; die meiſten beginnen erſt, wenn er als 6ter Größe dem bloßen Auge ſich zu zeigen anfängt. Von dieſem Zeitpunkte nimmt der Stern nun anfangs raſch, dann langſamer, zuletzt kaum merklich an Helligkeit zu; dann wieder, erſt langſam, nachher raſcher, ab. Im Mittel dauert die Zeit der Lichtzunahme von der 6ten Größe an 50, die der Lichtabnahme bis zur genannten Helligkeit 69 Tage: ſo daß der Stern alſo ungefähr 4 Monate mit bloßen Augen ſichtbar iſt. Allein dies iſt nur die mittlere Dauer der Sichtbarkeit; zuweilen hat ſie ſich auf 5 Monate geſteigert, während ſie zu anderen Zeiten nur 3 Monate geweſen iſt. Eben ſo iſt auch die Dauer der Lichtzu- und Abnahme großen Schwankungen unterworfen, und jene zuweilen langſamer als dieſe: wie im Jahre 1840, wo der Stern 62 Tage brauchte, um bis zur größten Helligkeit zu kommen, und in 49 Tagen von dieſer bis zur Unſichtbarkeit mit bloßen Augen herabſank. Die kürzeſte beobachtete Dauer des Wachſens fand im Jahre 1679 mit 30 Tagen ſtatt; die längſte, von 67 Tagen, ward im Jahre 1709 beobachtet. Die Lichtabnahme dauerte am längſten im Jahre 1839, nämlich 91 Tage; am kürzeſten im Jahre 1660, nämlich nur 52 Tage. Zuweilen verändert der Stern zur Zeit ſeiner größten Helligkeit dieſe einen Monat lang kaum merklich, zu andern Zeiten läßt ſich ſchon nach wenigen Tagen eine Veränderung deutlich wahrnehmen. Bei einigen Erſcheinungen hat man, nachdem der Stern einige Wochen an Helligkeit abgenommen hatte, während mehrerer Tage einen Stillſtand oder wenigſtens eine kaum merkliche Lichtabnahme wahrgenommen; ſo im Jahre 1678 und 1847.

Die Helligkeit im Maximum iſt, wie ſchon erwähnt, auch keineswegs immer dieſelbe. Bezeichnet man die Helligkeit der ſchwächſten mit bloßen Augen ſichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran (α im Stier), eines Sterns 1ter Größe, mit 50: ſo hat

ie Helligkeit von Mira im Maximum zwiſchen 20 und 47 g[illegible] ge-
chwankt, d. h. zwiſchen der Helligkeit der Sterne 4ter und 1ter bis [illegible] bis
ter Größe; die mittlere Helligkeit iſt 28 oder die des Sterns γ Cet[illegible] eti.
lber faſt noch unregelmäßiger hat ſich die Dauer der Periode g[illegible] ge-
eigt; im Mittel beträgt dieſelbe 331 Tage 20 Stunden, ihr[illegible] hre
Schwankungen aber ſteigen bis auf einen Monat: denn die kür[illegible] ür-
eſte von Einem Maximum bis zum nächſten verfloſſene Zeit wa[illegible] ar
ur 306 Tage, die längſte dagegen 367 Tage. Und noch auffalle[illegible] en-
er werden dieſe Unregelmäßigkeiten, wenn man die einzelnen E[illegible] r-
cheinungen des größten Lichtes ſelbſt mit denjenigen vergleich[illegible] ht,
elche ſtatt finden ſollten, wenn man dieſe Maxima unter Annahm[illegible] me
iner gleichförmigen Periode berechnet. Die Unterſchiede zwiſch[illegible] en
Rechnung und Beobachtung ſteigen dann auf 50 Tage; und zw[illegible] ar
eigt es ſich, daß dieſe Unterſchiede mehrere Jahre hinter einand[illegible] er
ahe von derſelben Größe und nach derſelben Seite hin ſind. Dies
eutet offenbar auf eine Störung in den Lichterſcheinungen hin,
elche eine ſehr lange Periode hat. Die genauere Rechnung hat aber
rwieſen, daß man mit Einer Störung nicht ausreicht, ſondern
ehrere annehmen muß, die freilich aus derſelben Urſache her-
ühren können: und zwar eine, die nach 11; eine 2te, die nach 88;
ine 3te, die nach 176; und eine 4te, die erſt nach 264 Einzel-Perio-
en wiederkehrt. Danach entſteht die S. 260 Anm. 12 angeführte
Sinus-Formel, mit welcher nun die einzelnen Maxima ſehr nahe
immen, obgleich immer noch Abweichungen vorhanden ſind, die
ch durch Beobachtungsfehler nicht erklären laſſen.

2) β Persei, Algol; AR. 44° 36′, Decl. + 40° 22′. Ob-
leich Geminiano Montanari ſchon im Jahre 1667 die Veränder-
ichkeit dieſes Sterns bemerkt und Maraldi ſie gleichfalls beobach-
et hatte, fand doch erſt Goodricke im Jahre 1782 die Regelmäßig-
eit derſelben. Der Grund hiervon iſt wohl darin zu ſuchen, daß
er Stern nicht wie die meiſten übrigen veränderlichen allmälig an
elligkeit ab- und zunimmt, ſondern während 2 Tagen 13 Stun-
en in der gleichen 2. 3ten Größe glänzt, und nur 7 bis 8 Stunden
ang ſich in geringerer zeigt, wobei er bis zur 4ten Größe herab-
inkt. Die Ab- und Zunahme der Helligkeit iſt nicht ganz regelmäßig,
ondern geht in der Nähe des Minimums raſcher vor ſich: woher
ich auch der Zeitpunkt der geringſten Helligkeit auf 10 bis 15 Min.
enau beſtimmen läßt. Merkwürdig iſt dabei, daß der Stern,

nachdem er gegen eine Stunde an Licht zugenommen hat, etwa eben ſo lange faſt in derſelben Helligkeit bleibt, und dann erſt wieder merklich wächſt. Die Dauer der Periode wurde bisher für vollkommen gleichförmig gehalten; und Wurm konnte, indem er ſie zu 2 Tagen 21 St. 48 Min. 58½ Sec. annahm, alle Beobachtungen gut darſtellen. Eine genauere Berechnung, bei der ein faſt doppelt ſo großer Zeitraum benutzt werden konnte, als der Wurm zu Gebote geſtanden, hat aber gezeigt, daß die Periode allmälig kürzer wird. Sie war im Jahre 1784 2 T. 20 St. 48 Min. 59,4 Sec. und im Jahre 1842 nur 2 T. 20 St. 48 Min. 55,2 Sec. Aus den neueſten Beobachtungen wird es außerdem ſehr wahrſcheinlich, daß auch dieſe Abnahme der Periode jetzt ſchneller vor ſich geht als früher, ſo daß alſo auch bei dieſem Sterne mit der Zeit eine Sinus-Formel für die Störung der Periode ſich ergeben wird. Dieſe gegenwärtige Verkürzung der Periode würde ſich übrigens erklären laſſen, wenn wir annehmen, daß Algol ſich uns jedes Jahr etwa 500 Meilen mehr nähert, oder ſich um ſo viel weniger von uns entfernt wie das vorhergehende: indem dann das Licht um ſo viel früher jedes Jahr zu uns gelangen muß, als die Abnahme der Periode fordert, nämlich ungefähr 12 Tauſendtheile einer Secunde. Iſt dies der wahre Grund, ſo muß natürlich mit der Zeit eine Sinus-Formel ſich ergeben.

3) χ Cygni, AR. 296° 12′, Decl. + 32° 32′. Auch dieſer Stern zeigt nahe dieſelben Unregelmäßigkeiten wie Mira; die Abweichungen der beobachteten Maxima von den mit einer gleichförmigen Periode berechneten gehen bis auf 40 Tage, werden aber ſehr verringert durch Einführung einer Störung von 8½ Einzel-Perioden und einer anderen von 100 ſolcher Perioden. Im Maximum erreicht der Stern im Mittel die Helligkeit von ſchwach 5ter Größe, oder eine hellere Stufe als der Stern 17 Cygni. Die Schwankungen ſind aber auch hier ſehr bedeutend, und ſind von 13 Stufen unter der mittleren bis 10 Stufen über derſelben beobachtet worden. Wenn der Stern jenes ſchwächſte Maximum hatte, war er dem bloßen Auge ganz unſichtbar, wogegen er im Jahre 1847 volle 97 Tage ohne Fernglas geſehen werden konnte; ſeine mittlere Sichtbarkeit iſt 52 Tage, wovon er im Mittel 20 Tage im Zunehmen und 32 im Abnehmen iſt.

4) 30 Hydrae Hevelii, AR. 200° 23′, Decl. — 22° 30′.

Von dieſem Sterne, der wegen ſeiner Lage am Himmel nur kurze Zeit jedes Jahr zu ſehen iſt, läßt ſich nur ſagen, daß ſowohl ſeine Periode als auch ſeine Helligkeit im Maximum ſehr großen Unregelmäßigkeiten unterworfen ſind.

5) Leonis R = 420 Mayeri; AR. 144° 52′, Decl. + 12° 7′. Dieſer Stern iſt häufig mit den nahe bei ihm ſtehenden Sternen 18 und 19 Leonis verwechſelt und deshalb ſehr wenig beobachtet worden; indeß doch hinlänglich, um zu zeigen, daß die Periode ziemlich unregelmäßig iſt. Auch ſcheint die Helligkeit im Maximum um einige Stufen zu ſchwanken.

6) η Aquilae, auch η Antinoi genannt; AR. 296° 12′, Decl. + 0° 37′. Die Periode dieſes Sterns iſt ziemlich gleichförmig 7 T. 4 St. 13 Min. 53 Sec.; aber doch zeigen die Beobachtungen, daß auch in ihr nach längeren Zeiträumen kleine Schwankungen vorkommen, die jedoch nur auf etwa 20 Secunden gehn. Der Lichtwechſel ſelbſt geht ſo regelmäßig vor ſich, daß bis jetzt noch keine Abweichungen ſichtbar geworden ſind, die nicht durch Beobachtungsfehler ſich erklären ließen. Im Minimum iſt der Stern eine Stufe ſchwächer als ε Aquilae; er nimmt dann erſt langſam, darauf raſcher, zuletzt wieder langſamer zu: und erreicht 2 T. 9 St. nach dem Minimum ſeine größte Helligkeit, in der er faſt 3 Stufen heller wird als β, aber noch 2 Stufen ſchwächer bleibt als δ Aquilae. Vom Maximum ſinkt die Helligkeit nicht ſo regelmäßig herab, indem ſie, wenn der Stern die Helligkeit von β erreicht hat (1 T. 10 St. nach dem Maximum), ſich langſamer verändert als vorher und nachher.

7) β Lyrae, AR. 281° 8′, Decl. + 33° 11′; ein merkwürdiger Stern dadurch, daß er zwei Maxima und zwei Minima hat. Wenn er im kleinſten Lichte, $\frac{1}{3}$ Stufe ſchwächer als ζ Lyrae, geweſen iſt; ſteigt er in 3 T. 5 St. bis zu ſeinem erſten Maximum, in welchem er $\frac{3}{4}$ Stufen ſchwächer bleibt als γ Lyrae. Darauf ſinkt er in 3 T. 3 St. zu ſeinem zweiten Minimum herab, in welchem ſeine Helligkeit die von ζ um 5 Stufen übertrifft. Nach weiteren 3 T. 2 St. erreicht er im zweiten Maximum wieder die Helligkeit des erſten, und ſinkt nun in 3 T. 12 St. wieder zur geringſten Helligkeit hinab, ſo daß er in 12 T. 21 St. 46 Min. 40 Sec. ſeinen ganzen Lichtwechſel durchläuft. Dieſe Dauer der Periode gilt aber nur für die Jahre 1840 bis 1844; früher iſt ſie kürzer geweſen: im Jahre 1784 um $2\frac{1}{2}$ Stunde, 1817 und 1818 um mehr

als eine Stunde; und jetzt zeigt sich deutlich wieder eine Verkürzung derselben. Es ist also nicht zweifelhaft, daß auch bei diesem Sterne die Störung der Periode sich durch eine Sinus-Formel wird ausdrücken lassen.

8) δ Cephei, AR. 335° 54′, Decl. + 57° 39′; zeigt von allen bekannten Sternen in jeder Hinsicht die größte Regelmäßigkeit. Die Periode von 5 T. 8 St. 47 Min. 39½ Sec. stellt alle Beobachtungen von 1784 bis jetzt innerhalb der Beobachtungsfehler dar; und durch solche können auch die kleinen Verschiedenheiten erklärt werden, welche sich in dem Gange des Lichtwechsels zeigen. Der Stern ist im Minimum ¾ Stufen heller als ε, im Maximum gleich dem Sterne ζ desselben Sternbildes; er braucht 1 T. 15 St., um von jenem zu diesem zu steigen, dagegen mehr als das Doppelte dieser Zeit, nämlich 3 T. 18 St., um wieder zum Minimum zurückzukommen; von dieser letzteren Zeit verändert er sich aber 8 Stunden lang fast gar nicht und einen ganzen Tag lang nur ganz unbedeutend.

9) α Herculis, AR. 256° 57′, Decl. + 14° 34′; ein sehr rother Doppelstern, dessen Lichtwechsel in jeder Hinsicht sehr unregelmäßig ist. Oft verändert er sein Licht Monate lang fast gar nicht, zu anderen Zeiten ist er im Maximum um 5 Stufen heller als im Minimum; daher ist auch die Periode noch sehr unsicher. Der Entdecker hatte sie zu 63 Tagen angenommen; ich anfänglich zu 95, bis eine sorgfältige Berechnung meiner sämmtlichen Beobachtungen während 7 Jahren mir jetzt die im Texte angesetzte Periode gegeben hat. Heis glaubt die Beobachtungen durch eine Periode von 184,9 Tagen mit 2 Maximis und 2 Minimis darstellen zu können.

10) Coronae R, AR. 235° 36′, Decl. + 28° 37′. Der Stern ist nur zeitweise veränderlich; die angegebene Periode ist von Koch berechnet worden aus seinen eigenen Beobachtungen, die leider verloren gegangen sind.

11) Scuti R, AR. 279° 52′, Decl. — 5° 51′. Die Helligkeits-Schwankungen dieses Sterns bewegen sich zuweilen nur innerhalb weniger Stufen, während er zu anderen Zeiten von der 5ten bis zur 9ten Größe hinabsinkt. Er ist noch zu wenig beobachtet worden, um zu entscheiden, ob in diesen Abwechselungen eine bestimmte Regel herrscht. Eben so ist auch die Dauer der Periode bedeutenden Schwankungen unterworfen.

) Virginis R, AR. 187° 43′, Decl. + 7° 49′. Er hält sein[illegible]e
e und Helligkeit im Maximum mit ziemlicher Regelmäßi[illegible]
n; doch kommen Abweichungen vor, die mir zu groß scheinen[illegible],
allein Beobachtungsfehlern zuschreiben zu können.
) Aquarii R, AR. 354° 11′, Decl. — 16° 6′.
) Serpentis R, AR. 235 57, Decl. + 15 36.
) Serpentis S, AR. 228 40, Decl. + 14 52.
) Cancri R, AR. 122 6, Decl. + 12 9.
ber diese vier Sterne, die nur höchst dürftig beobacht[illegible]et
äßt sich wenig mehr sagen, als die Tabelle giebt.
) α Cassiopeae, AR. 8° 0′, Decl. + 55° 43′. Der Ste[illegible]n
: schwierig zu beobachten; der Unterschied zwischen Maximu[illegible]n
inimum beträgt nur wenige Stufen, und ist außerdem eb[illegible]
abel als die Dauer der Periode. Aus diesem Umstande sin[illegible]
r verschiedenen Angaben für dieselbe zu erklären. Die an[illegible]
ne, welche die Beobachtungen von 1782 bis 1849 genügend
t, scheint mir die wahrscheinlichste zu sein.
) α Orionis, AR. 86° 46′, Decl. + 7° 22′. Auch dieses
s Lichtwechsel beträgt vom Minimum zum Maximum nur
en; er nimmt während 91½ Tagen zu an Helligkeit, während
ab, und zwar vom 20ten bis 70ten Tage nach dem Mari-
ganz unmerklich. Zeitweise ist seine Veränderlichkeit noch
r und kaum zu bemerken. Er ist sehr roth.
) α Hydrae, AR. 140° 3′, Decl. — 8° 1′; ist von allen ver-
chen am schwierigsten zu beobachten, und die Periode noch
nsicher. Sir John Herschel giebt sie zu 29 bis 30 Tagen an.
) ε Aurigae, AR. 72° 48′, Decl. + 43° 36′. Der Licht-
dieses Sterns ist entweder sehr unregelmäßig, oder es finden
ıb einer Periode von mehreren Jahren mehrere Maxima
inima statt, was erst nach Verlauf vieler Jahre wird ent-
ı werden können.
) ζ Geminorum, AR. 103° 48′, Decl. + 20° 47′. Dieser
hat bis jetzt einen ganz regelmäßigen Verlauf des Licht-
s gezeigt. Im Minimum hält seine Helligkeit die Mitte
ı ν und ν desselben Sternbildes, im Maximum erreicht sie
ı λ nicht völlig; der Stern braucht 4 T. 21 St. zum Heller-
ı und 5 T. 6 St. zum Abnehmen.
) β Pegasi, AR. 344° 7′, Decl. + 27° 16′. Die Periode ist

schon ziemlich gut bestimmt, über den Gang des Lichtwechsels läßt sich aber noch nichts sagen.

23) Pegasi R, AR. 344° 47′, Decl. + 9° 43′.

24) Cancri S, AR. 128 50, Decl. + 19 34.

Ueber beide Sterne ist noch nichts zu sagen.

Bonn, im August 1850. **Fr. Argelander.**

Veränderung des Sternlichtes in unerforschter Periodicität. — Bei der wissenschaftlichen Ergründung wichtiger Naturerscheinungen im Kosmos, sei es in der tellurischen oder in der siderischen Sphäre, gebietet die Vorsicht, nicht allzu früh mit einander zu verketten, was noch in seinen nächsten Ursachen in Dunkel gehüllt ist. Deshalb unterscheiden wir gern: neu erschienene und wieder gänzlich verschwundene Sterne (in der Cassiopea 1572); neu erschienene und nicht wieder verschwundene (im Schwan 1600); veränderliche mit erforschten Perioden (Mira Ceti, Algol); Sterne, deren Licht-Intensität sich verändert, ohne daß in diesem Wechsel bisher eine Periodicität entdeckt worden ist (η Argûs). Es ist keineswegs unwahrscheinlich, aber auch nicht nothwendig, daß diese vier Arten der Erscheinungen [15] ganz ähnliche Ursachen in der Photosphäre jener fernen Sonnen oder in der Natur ihrer Oberfläche haben.

Wie wir die Schilderung der neuen Sterne mit der ausgezeichnetsten dieser Classe von Himmelsbegebenheiten, mit der plötzlichen Erscheinung des Sterns von Tycho, begonnen haben; so beginnen wir, von denselben Gründen geleitet, die Darstellung der Veränderung des Sternlichts bei unerforschter Periodicität mit den noch heut zu Tage fortgehenden unperiodischen Helligkeits-Schwankungen von η Argûs. Dieser Stern liegt in der großen und pracht-

en Conſtellation des Schiffes, der „Freude des ſüdliche[illegible]
mels". Schon Halley, als er 1677 von ſeiner Reiſ[illegible]e
der Inſel St. Helena zurückkehrte, äußerte viel[illegible]e
lfel über den Lichtwechſel der Sterne des Schiffe[illegible]s
o, beſonders am Schilde des Vordertheils und a[illegible]n
deck (*ἀσπιδίσκη* und *κατάστρωμα*), deren relativ[illegible]e
ßenordnung Ptolemäus angegeben hatte [16]; aber bei d[illegible]r
ewißheit der Stern-Poſitionen der Alten, bei den viele[illegible]n
lanten der Handſchriften des Almageſt und den u[illegible]r-
ren Schätzungen der Lichtſtärke konnten dieſe Zweif[illegible]el
einen Reſultaten führen. Halley hatte η Argûs 167[illegible]7
, Lacaille 1751 bereits 2ter Größe gefunden. De[illegible]r
en ging wieder zu ſeiner früheren ſchwächeren Inten-
zurück, denn Burchell fand ihn während ſeines Aufent-
s im ſüdlichen Afrika (1811 bis 1815) von der 4ten
ße. Fallows und Brisbane ſahen ihn 1822 bis 1826
Burchell, der ſich damals (Febr. 1827) zu S. Paulo
Braſilien befand, 1^m, ganz dem α Crucis gleich. Nach
m Jahre ging der Stern wieder zu 2^m zurück. So
ihn Burchell in der braſilianiſchen Stadt Goyaz am
Febr. 1828, ſo führen ihn Johnſon und Taylor von
9 bis 1833 in ihren Verzeichniſſen auf. Auch Sir
n Herſchel ſchätzte ihn am Vorgebirge der guten Hoff-
g von 1834 bis 1837 zwiſchen 2^m und 1^m.

Als nämlich am 16 December 1837 dieſer berühmte
enem eben ſich zu photometriſchen Meſſungen von einer
ahl teleſcopiſcher Sterne 11^m bis 16^m rüſtete, welche
herrlichen Nebelfleck um η Argûs füllen, erſtaunte er
n oft vorher beobachteten Stern zu einer ſolchen In-
ität des Lichtes angewachſen zu finden, daß er ſich den

Glanze von α Centauri gleich kam und alle andere Sterne erſter Größe außer Canopus und Sirius an Glanz übertraf. Am 2 Januar 1838 hatte er dieſes Mal das Maximum ſeiner Helligkeit erreicht. Er wurde bald ſchwächer als Arcturus, übertraf aber Mitte Aprils 1838 noch Aldebaran. Bis März 1843 erhielt er ſich in der Abnahme, doch immer als Stern 1ⁿ; dann, beſonders im April 1843, nahm wieder das Licht ſo zu, daß nach den Beobachtungen von Mackay in Calcutta und Maclear am Cap η Argûs glänzender als Canopus, ja faſt dem Sirius gleich wurde.[17] Dieſe hier bezeichnete Licht-Intenſität hat der Stern faſt noch bis zu dem Anfang des laufenden Jahres behalten. Ein ausgezeichneter Beobachter, Lieutenant Gilliß, der die aſtronomiſche Expedition befehligt, welche die Regierung der Vereinigten Staaten an die Küſte von Chili geſchickt hat, ſchreibt von Santiago im Februar 1850: „η Argûs mit ſeinem gelblich rothen Lichte, welches dunkler als das des Mars iſt, kommt jetzt dem Canopus an Glanz am nächſten, und iſt heller als das vereinigte Licht von α Centauri.“[18] Seit der Erſcheinung im Schlangenträger 1604 iſt kein Fixſtern zu einer ſolchen Lichtſtärke und in einer langen Dauer von nun ſchon 7 Jahren aufgeſtrahlt. In den 173 Jahren (von 1677 bis 1850), in welchen wir Nachricht von der Größenordnung des ſchönen Sterns im Schiffe haben, hat derſelbe in der Vermehrung und Verminderung ſeiner Intenſität 8 bis 9 Oſcillationen gehabt. Es iſt, als ein Antriebsmittel zur dauernden Aufmerkſamkeit der Aſtronomen auf das Phänomen einer großen, aber unperiodiſchen Veränderlichkeit von η Argûs, ein glücklicher Zufall geweſen, daß die Erſcheinung in die Epoche

vollen Conſtellation des Schiffes, der „Freude des ſüdlichen Himmels“. Schon Halley, als er 1677 von ſeiner Reiſe nach der Inſel St. Helena zurückkehrte, äußerte viel Zweifel über den Lichtwechſel der Sterne des Schiffes Argo, beſonders am Schilde des Vordertheils und am Verdeck (ἀσπιδίσκη und κατάστρωμα), deren relativ Größenordnung Ptolemäus angegeben hatte [16]; aber bei der Ungewißheit der Stern-Poſitionen der Alten, bei den vielen Varianten der Handſchriften des Almageſt und den unſicheren Schätzungen der Lichtſtärke konnten dieſe Zweifel zu keinen Reſultaten führen. Halley hatte η Argûs 1677 4ter, Lacaille 1751 bereits 2ter Größe gefunden. Der Stern ging wieder zu ſeiner früheren ſchwächeren Intenſität zurück, denn Burchell fand ihn während ſeines Aufenthalts im ſüdlichen Afrika (1811 bis 1815) von der 4ten Größe. Fallows und Brisbane ſahen ihn 1822 bis 1826 2^m; Burchell, der ſich damals (Febr. 1827) zu S. Paulo in Braſilien befand, 1^m, ganz dem α Crucis gleich. Nach einem Jahre ging der Stern wieder zu 2^m zurück. So fand ihn Burchell in der braſilianiſchen Stadt Goyaz am 29 Febr. 1828, ſo führen ihn Johnſon und Taylor von 1829 bis 1833 in ihren Verzeichniſſen auf. Auch Sir John Herſchel ſchätzte ihn am Vorgebirge der guten Hoffnung von 1834 bis 1837 zwiſchen 2^m und 1^m.

Als nämlich am 16 December 1837 dieſer berühmte Aſtronom eben ſich zu photometriſchen Meſſungen von einer Unzahl teleſcopiſcher Sterne 11^m bis 16^m rüſtete, welche den herrlichen Nebelfleck um η Argûs füllen, erſtaunte er dieſen oft vorher beobachteten Stern zu einer ſolchen Intenſität des Lichtes angewachſen zu finden, daß er faſt dem

Glanze von α Centauri gleich kam und alle andere Sterne erſter Größe außer Canopus und Sirius an Glanz übertraf. Am 2 Januar 1838 hatte er dieſes Mal das Maximum ſeiner Helligkeit erreicht. Er wurde bald ſchwächer als Arcturus, übertraf aber Mitte Aprils 1838 noch Aldebaran. Bis März 1843 erhielt er ſich in der Abnahme, doch immer als Stern 1ᵐ; dann, beſonders im April 1843, nahm wieder das Licht ſo zu, daß nach den Beobachtungen von Mackay in Calcutta und Maclear am Cap η Argûs glänzender als Canopus, ja faſt dem Sirius gleich wurde.[17] Dieſe hier bezeichnete Licht-Intenſität hat der Stern faſt noch bis zu dem Anfang des laufenden Jahres behalten. Ein ausgezeichneter Beobachter, Lieutenant Gilliß, der die aſtronomiſche Expedition befehligt, welche die Regierung der Vereinigten Staaten an die Küſte von Chili geſchickt hat, ſchreibt von Santiago im Februar 1850: „η Argûs mit ſeinem gelblich rothen Lichte, welches dunkler als das des Mars iſt, kommt jetzt dem Canopus an Glanz am nächſten, und iſt heller als das vereinigte Licht von α Centauri.“[18] Seit der Erſcheinung im Schlangenträger 1604 iſt kein Fixſtern zu einer ſolchen Lichtſtärke und in einer langen Dauer von nun ſchon 7 Jahren aufgeſtrahlt. In den 173 Jahren (von 1677 bis 1850), in welchen wir Nachricht von der Größenordnung des ſchönen Sterns im Schiffe haben, hat derſelbe in der Vermehrung und Verminderung ſeiner Intenſität 8 bis 9 Oſcillationen gehabt. Es iſt, als ein Antriebsmittel zur dauernden Aufmerkſamkeit der Aſtronomen auf das Phänomen einer großen, aber unperiodiſchen Veränderlichkeit von η Argûs, ein glücklicher Zufall geweſen, daß die Erſcheinung in die Epoche

der rühmlichen fünfjährigen Cap-Expedition von Sir John Herschel gefallen ist.

Bei mehreren anderen, sowohl isolirten Fixsternen als von Struve beobachteten Doppelsternen (Stellarum compos. Mensurae microm. p. LXXI — LXXIII) sind ähnliche, noch nicht periodisch erkannte Lichtveränderungen bemerkt worden. Die Beispiele, die wir uns hier anzuführen begnügen, sind auf wirkliche, von demselben Astronomen zu verschiedenen Zeiten angestellte photometrische Schätzungen und Messungen gegründet, keineswegs aber auf die Buchstabenreihen in Bayer's Uranometrie. Argelander hat in der Abhandlung de fide Uranometriae Bayerianae 1842 p. 15 sehr überzeugend erwiesen, daß Bayer gar nicht den Grundsatz befolgt die hellen Sterne mit den früheren Buchstaben zu bezeichnen, sondern im Gegentheil in derselben Größenclasse die Buchstaben in Reihefolge der Lage so vertheilte, daß er gewöhnlich vom Kopf der Figur in jeglichem Sternbilde zu den Füßen überging. Die Buchstabenreihe in Bayer's Uranometrie hat lange den Glauben an die Lichtveränderungen verbreitet von α Aquilae, von Castor der Zwillinge und Alphard der Wasserschlange.

Struve (1838) und Sir John Herschel sahen Capella an Licht zunehmen. Der letztere findet die Capella jetzt um vieles heller als Wega, da er sie vorher immer für schwächer annahm.[19] Eben so auch Galle und Heis in jetziger Vergleichung von Capella und Wega. Der letztere findet Wega um 5 bis 6 Stufen, also mehr als eine halbe Größenclasse, schwächer.

Die Veränderungen in dem Lichte einiger Sterne in

den Conſtellationen des Großen und Kleinen Bären verdienen beſondere Aufmerkſamkeit. „Der Stern η Ursae majoris", ſagt Sir John Herſchel, „iſt jetzt gewiß unter den 7 hellen Sternen des Großen Bären der vorleuchtendſte, wenn 1837 noch ε unbeſtreitbar den erſten Rang einnahm." Dieſe Bemerkung hat mich veranlaßt Herrn Heis, der ſich ſo warm und umſichtig mit der Veränderlichkeit des Sternlichts beſchäftigt, zu befragen. „Aus dem Mittel der 1842 bis 1850 zu Aachen von mir angeſtellten Beobachtungen", ſchreibt Herr Heis, „ergab ſich die Reihenfolge: 1) ε Ursae maj. oder Alioth, 2) α oder Dubhe, 3) η oder Benetnaſch, 4) ζ oder Mizar, 5) β, 6) γ, 7) δ. In den Helligkeits-Unterſchieden dieſer 7 Sterne ſind ſich nahe gleich ε, α und η: ſo daß ein nicht ganz reiner Zuſtand der Luft die Reihenfolge unſicher machen kann; ζ iſt entſchieden ſchwächer als die drei genannten. Die beiden Sterne β und γ, beide merklich ſchwächer als ζ, ſind unter einander faſt gleich; δ endlich, in älteren Karten von gleicher Größe mit β und γ angegeben, iſt um mehr als eine Größenordnung ſchwächer als dieſe Sterne. Veränderlich iſt beſtimmt ε. Obgleich der Stern in der Regel heller als α iſt, ſo habe ich ihn doch in 3 Jahren 5mal entſchieden ſchwächer als α geſehen. Auch β Ursae maj. halte ich für veränderlich, ohne beſtimmte Perioden angeben zu können. Sir John Herſchel fand in den Jahren 1840 und 1841 β Ursae min. viel heller als den Polarſtern, während daß ſchon im Mai 1846 das Entgegengeſetzte von ihm beobachtet wurde. Er vermuthet Veränderlichkeit in β.[20] Ich habe ſeit 1843 der Regel nach Polaris ſchwächer als β Ursae min. gefunden, aber von October 1843 bis Julius

1849 wurde nach meinen Verzeichniſſen Polaris zu 14 Male größer als β geſehen. Daß wenigſtens die Farbe des letztgenannten Sterns nicht immer gleich röthlich iſt, davon habe ich mich häufig zu überzeugen Gelegenheit gehabt; ſie iſt zuweilen mehr oder weniger gelb, zuweilen recht entſchieden roth.“ [21] Alle mühevolle Arbeiten über die relative Helligkeit der Geſtirne werden dann erſt an Sicherheit gewinnen, wenn die Reihung nach bloßer Schätzung endlich einmal durch Meſſungs-Methoden, welche auf die Fortſchritte der neueren Optik [22] gegründet ſind, erſetzt werden kann. Die Möglichkeit ein ſolches Ziel zu erreichen darf von Aſtronomen und Phyſikern nicht bezweifelt werden.

Bei der wahrſcheinlich großen phyſiſchen Aehnlichkeit der Lichtproceſſe in allen ſelbſtleuchtenden Geſtirnen (in dem Centralkörper unſeres Planetenſyſtems und den fernen Sonnen oder Fixſternen) hat man längſt mit Recht darauf hingewieſen [23], wie bedeutungs- und ahndungsvoll der periodiſche oder unperiodiſche Lichtwechſel der Sterne iſt für die Klimatologie im allgemeinen, für die Geſchichte des Luftkreiſes, d. i. für die wechſelnde Wärmemenge, welche unſer Planet im Lauf der Jahrtauſende von der Ausſtrahlung der Sonne empfangen hat; für den Zuſtand des organiſchen Lebens und deſſen Entwickelungsformen unter verſchiedenen Breitengraden. Der veränderliche Stern am Halſe des Wallfiſches (Mira Ceti) geht von der 2ten Größe bis zur 11ten, ja bis zum Verſchwinden herab; wir haben eben geſehen, daß η des Schiffes Argo von der 4ten Größe bis zur 1ten, und unter den Sternen dieſer Ordnung bis zum Glanz von Canopus, faſt bis zu dem

von Sirius sich erhoben hat. Wenn je auch nur ein sehr geringer Theil der hier geschilderten Veränderungen in der Intensität der Licht- und Wärmestrahlung nach ab- oder aufsteigender Scala unsere Sonne angewandelt hat (und warum sollte sie von anderen Sonnen verschieden sein?); so kann eine solche Anwandlung, eine solche Schwächung oder Belebung der Lichtprocesse doch mächtigere, ja furchtbarere Folgen für unseren Planeten gehabt haben, als zur Erklärung aller geognostischen Verhältnisse und alter Erd-Revolutionen erforderlich sind. William Herschel und Laplace haben zuerst diese Betrachtungen angeregt. Wenn ich hier bei denselben länger verweilt bin, so ist es nicht darum geschehen, weil ich in ihnen ausschließlich die Lösung der großen Probleme der Wärme-Veränderung auf unserem Erdkörper suche. Auch die primitive hohe Temperatur des Planeten, in seiner Bildung und der Verdichtung der sich ballenden Materie gegründet; die Wärmestrahlung der tiefen Erdschichten durch offene Klüfte und unausgefüllte Gangspalten; die Verstärkung electrischer Ströme; eine sehr verschiedene Vertheilung von Meer und Land konnten in den frühesten Epochen des Erdelebens die Wärme-Vertheilung unabhängig machen von der Breite, d. h. von der Stellung gegen einen Centralkörper. Kosmische Betrachtungen dürfen sich nicht einseitig auf astrognostische Verhältnisse beschränken.

Anmerkungen.

9.) De admiranda Nova Stella anno 1572 exor[illegible]rta, nis Brahe Astronomiae instauratae P[illegible]ro- ata 1603 p. 298—304 und 578. Ich bin in dem Te[illegible]rte rzählung gefolgt, welche Tycho ſelbſt giebt. Der [illegible]hr n, aber in vielen aſtronomiſchen Schriften wiederhol[illegible]en ng, daß Tycho zuerſt durch einen Zuſammenlauf von La[illegible]id= die Erſcheinung des neuen Sterns aufmerkſam gemac[illegible]t durfte daher hier nicht gedacht werden.

5. 219.) Cardanus in ſeinem Streite mit Tycho ſtieg bis zu [illegible] ern der Magier hinauf, welcher mit dem Stern von 1572 h ſein ſollte. Ideler glaubt nach ſeinen Conjunctions-Berech- i des Saturn mit dem Jupiter und nach gleichen Vermuthun- ie Kepler bei dem Erſcheinen des neuen Sterns im Schlangen- : von 1604 ausgeſprochen: daß der Stern der Weiſen aus Morgenlande, wegen der häufigen Verwechſelung von ἀστήρ ἄστρον, nicht ein einzelner großer Stern, ſondern eine merk- dige Geſtirn-Stellung, die große Annäherung zweier hell- izenden Planeten zu weniger als einer Mondbreite, geweſen ſei. ergl. Tychonis Progymnasmata p. 324—330 mit Ide- r, Handbuch der mathematiſchen und techniſchen Chro- ologie Bd. II. S. 399—407.)

[3] (S. 219.) Progymn. p. 324—330. Tycho gründet ſich in einer Theorie der neuen Sternbildung aus dem kosmiſchen Nebel der Milchſtraße auch auf die merkwürdigen Stellen des Ariſtoteles über den Verkehr der Cometenſchweife (der dunſtför- migen Ausſtrahlungen der Cometenkerne) mit dem Galaxias, deren ich ſchon oben erwähnte (Kosmos Bd. I. S. 109 und 390 Anm. 18).

[4] (S. 222.) Andere Angaben ſetzen die Erſcheinung in die Jahre 388 oder 398; Jacques Caſſini, Élémens d'Astrono- mie 1740 (Étoiles nouvelles) p. 59.

[5] (S. 228.) Arago, Annuaire pour 1842 p. 332.

[6] (S 229.) Kepler de Stella nova in pede Serp. p. 3.

[7] (S. 232.) S. über Beiſpiele von nicht verſchwundenen Sternen Argelander in Schumacher's Astronom. Nachr. No. 624 S. 371. Um auch eines Beiſpiels aus dem Alterthum zu gedenken, iſt hier zu erinnern, wie die Nachläſſigkeit, mit der Aratus ſein poetiſches Sternverzeichniß angefertigt hat, zu der oft erneuerten Frage führte: ob Wega der Leier ein neuer oder in langen Perioden veränderlicher Stern ſei. Aratus ſagt nämlich, die Conſtellation der Leier habe nur kleine Sterne. Auffallend iſt es allerdings, daß Hipparch in dem Commentar dieſen Irrthum nicht bezeichnet, da er doch den Aratus wegen ſeiner Angaben von der relativen Lichtſtärke der Sterne der Caſſiopea und des Schlangenträgers tadelt. Alles dieſes iſt aber nur zufällig und nichts beweiſend; denn da Aratus auch dem Schwane nur Sterne „von mittlerem Glanze" zuſchreibt, ſo widerlegt Hipparch (I, 14) ausdrücklich dieſen Irrthum, und ſetzt hinzu, daß der helle Stern am Schwanze (Deneb) an Lichtſtärke der Leier (Wega) wenig nachſtehe. Ptolemäus ſetzt Wega unter die Sterne erſter Ordnung, und in den Cataſterismen des Eratoſthenes (cap. 25) wird Wega λευκὸν καὶ λαμπρὸν genannt. Würde man bei den vielen Ungenauigkeiten eines, die Sterne nicht ſelbſt beobachtenden Dichters der Behauptung Glauben beimeſſen wollen, daß Wega der Leier (Fidicula des Plinius XVIII, 25) erſt zwiſchen den Jahren 272 und 127 vor unſerer Zeitrechnung, zwiſchen Aratus und Hipparch, ein Stern erſter Größe geworden ſei?

[8] (S. 235.) Vergl. Mädler, Aſtr. S. 438 Note 12 mit Struve, Stellarum compos. Mensurae microm. p. 97 und 98 Stern 2140. „Ich glaube", ſagt Argelander, „daß es ſehr ſchwierig iſt in einem lichtſtarken Fernrohr die Helligkeit ſo überaus verſchiedener Sterne, als es die beiden Componenten von α Herculis ſind, richtig zu ſchätzen. Meine Erfahrung iſt entſcheidend gegen die Veränderlichkeit des Begleiters: da ich α Herculis, bei vielfachen Tagesbeobachtungen in den Fernröhren der Meridiankreiſe zu Åbo, Helſingfors und Bonn, nie einfach geſehen habe; was doch wohl der Fall geweſen ſein würde, wenn der Begleiter im Minimum 7ter Größe wäre. Ich halte dieſen conſtant für 5" oder 5.6"."

[9] (S. 236.) Mädler's Tafel (Aſtron. S. 435) enthält mit

: verſchiedenen numeriſchen Elementen 18 Sterne; Sir Joh[illegible] rſchel zählt mit den in den Noten berührten über 45 a[illegible] atlines § 819—826).

[10] (S. 237.) Argelander in Schumacher's Aſtr[illegible] chr. Bd. XXVI. (1848) No. 624 S. 369.

[11] (S. 238.) „Wenn ich", ſagt Argelander, „das kleinſte Lich[illegible] Algol 1800 Januar 1 um 18 St. 1 Min. mittlerer Pariſer Zeit fü[illegible] 0 Epoche annehme, ſo erhalte ich die Dauer der Perioden für[illegible]:

— 1987 .. 2 T. 20 St. 48 M. . .	59ˢ, 416 ...	± 0ˢ, 31[illegible]	6
— 1406	58, 737	± 0, 09[illegible]	4
— 825	58, 393	± 0, 17[illegible]	5
+ 751	58, 454	± 0, 03[illegible]	9
+ 2328	58, 193	± 0, 09[illegible]	6
+ 3885	57, 971	± 0, 04[illegible]	5
+ 5441	55, 182	± 0, 3[illegible]	8

In dieſer Tabelle haben die Zahlen folgende Bedeutung: ne[illegible]t a die Epoche des Minimums 1, Januar 1800 null, die nä[illegible]ſt hergehende — 1, die nächſt folgende + 1 u. ſ. w.; ſo war [illegible]ie uer zwiſchen dem — 1987 und — 1986 genau 2 T. 20 St. 48 M[illegible] u. 116 Sec., die Dauer zwiſchen + 5441 und + 5442 aber 2 [illegible]T. St. 48 Min. 55,182 Sec.; jenes entſpricht dem Jahre 17[illegible]4, es dem Jahre 1842.

Die hinter den ± Zeichen ſtehenden Zahlen ſind die wa[illegible]r- inlichen Fehler. Daß die Abnahme immer raſcher wird, zei[illegible]gen ohl die letzte Zahl als alle meine Beobachtungen ſeit 1847."

[12] (S. 239.) Argelander's Formel zur Darſtellung aller Beo[illegible]b- tungen der Maxima von Mira Ceti iſt nach ſeiner Mittheilu[illegible]ng e:

„1751 Sept. 9,76 + 331,3363 T. + 10,5 T.

in. $\left(\frac{360^0}{11} E + 86^0\ 23'\right)$ + 18,2 T. Sin. $\left(\frac{45}{11} + 231^0\ 42[illegible]\right)$

- 33,9 T. Sin. $\left(\frac{45^0}{22} E + 170^0\ 19'\right)$ + 65,3 T.

in. $\left(\frac{15}{11} E + 6^0\ 37'\right)$:

E die Anzahl der ſeit 1751 Sept. 9 eingetretenen Maxim[illegible]a eutet und die Coefficienten in Tagen gegeben ſind. Für d[illegible]s laufende Jahr folgt daraus das Maximum:

1751 Sept. 9,76 + 36115,65 T. + 8,44 T. — 12,24 T.
+ 18,59 T. + 27,34 T. = 1850 Sept. 8, 54.

Was am meiſten für dieſe Formel zu ſprechen ſcheint, iſt der Umſtand, daß mit ihr auch die Beobachtung des Maximums von 1596 (Kosmos Bd. II. S. 367) dargeſtellt wird, die bei jeder Annahme einer gleichförmigen Periode um mehr als 100 Tage abweicht. Doch ſcheint das Geſetz der Lichtveränderung dieſes Sternes ſo complicirt zu ſein, daß in einzelnen Fällen, z. B. für das ſehr genau beobachtete Maximum des Jahres 1840, die Formel noch viele Tage (faſt 25) abgewichen iſt."

[13] (S. 239.) Vergl. Argelander's Schrift zur Säcularfeier der Königsb. Univerſ. unter dem Titel: de Stella β Lyrae variabili 1844.

[14] (S. 240.) Zu den früheſten ernſten Beſtrebungen, die mittlere Dauer der Veränderlichkeits-Periode von Mira Ceti zu ergründen, gehört die Arbeit von Jacques Caſſini, Élémens d'Astronomie 1740 p. 66—69.

[15] (S. 251.) Newton (Philos. Nat. Principia mathem. ed. Le Seur et Jacquier 1760 T. III. p. 671) unterſcheidet nur zwei Arten dieſer ſideriſchen Erſcheinungen: »Stellae fixae quae per vices apparent et evanescunt quaeque paulatim crescunt, videntur revolvendo partem lucidam et partem obscuram per vices ostendere.« Dieſe Erklärung des Lichtwechſels hatte ſchon früher Riccioli vorgetragen. Ueber die Vorſicht, mit welcher Periodicität vorausgeſetzt werden muß, ſ. die wichtigen Betrachtungen von Sir John Herſchel in der Capreiſe § 261.

[16] (S. 252.) Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II. p. 280 und Hist. de l'Astr. au 18ème siècle p. 119.

[17] (S. 253.) Vergl. Sir John Herſchel in der Capreiſe § 71—78 und Outlines of Astr. § 830 (Kosmos Bd. I. S. 160 und 416).

[18] (S. 253.) Brief des Aſtronomen der Sternwarte zu Waſhington Lieut. Gilliß an Dr. Flügel, Conſul der Verein. Staaten von Nordamerika zu Leipzig, (Handſchrift). Die 8 Monate lang dauernde, ungetrübte Reinheit und Durchſichtigkeit der Atmoſphäre in Santiago de Chile iſt ſo groß, daß Lieut. Gilliß in dem erſten in Amerika conſtruirten großen Fernrohr von 6½ Zoll Oeffnung (conſtruirt von Henry Fitz in Neu-York und William Young in Philadelphia) den 6ten Stern im Trapezium des Orion deutlich erkannte.

[19] (S. 254.) Sir John Herſchel, Capreiſe p. 334, 0 note 1 und 440. (Ueber ältere Beobachtungen von Capella d Wega ſ. William Herſchel in den Philos. Transact. 1797 307, 1799 p. 121 und in Bode's Jahrbuch für 1810 . 148.) Argelander hegt dagegen vielen Zweifel über die Ver derlichkeit der Capella und der Bärenſterne.

[20] (S. 255.) Capreiſe § 259 No. 260.

[21] (S. 256.) Heis in handſchr. Notizen vom Mai 1850 gl. auch Capreiſe p. 325 und P. von Boguslawski, Uranu r 1848 p. 186. (Die behauptete Veränderlichkeit von η, α und sae maj. iſt auch beſtätigt in Outlines p. 559.) Ueber die Reihen lge der Sterne, welche vermöge ihrer Nähe nach und nach de ordpol bezeichnen werden, bis, nach 12000 Jahren, Wega de ier, der prachtvollſte aller möglichen Polarſterne, die Stelle ei hmen wird, ſ. Mädler, Aſtr. S. 432.

[22] (S. 256.) Kosmos Bd. III. S. 134.

[23] (S. 256.) William Herſchel on the Changes th ippen to the Fixed Stars, in den Philos. Transac t. r 1796 p. 186; Sir John Herſchel in der Capreiſe p. 350—3 2 e auch in Mary Somerville's vortrefflicher Schrift: Co n- exion of the Physical Sciences 1846 p. 407.

Eigene Bewegung der Fixsterne. — Problematische Existenz dunkler Weltkörper. — Parallaxe. — Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. — Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel.

Neben den Veränderungen der Lichtstärke zeigt der Fixsternhimmel, als solcher und im Widerspruch mit seiner Benennung, auch Veränderungen durch die perpetuirlich fortschreitende Bewegung der einzelnen Fixsterne. Es ist schon früher daran erinnert worden, wie, ohne daß dadurch im allgemeinen das Gleichgewicht der Sternsysteme gestört werde, sich kein fester Punkt am ganzen Himmel befindet; wie von den hellen Sternen, welche die ältesten unter den Griechischen Astronomen beobachtet haben, keiner seinen Platz im Weltraume unverändert behauptet hat. Die Ortsveränderung ist in zweitausend Jahren bei Arctur, bei μ der Cassiopea und bei einem Doppelstern im Schwan durch Anhäufung der jährlichen eigenen Bewegung auf $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ und 6 Vollmond-Breiten angewachsen. Nach dreitausend Jahren werden etwa 20 Fixsterne ihren Ort um 1^0 und mehr verändert haben.[1] Da nun die gemessenen eigenen Bewegungen der Fixsterne von $\frac{1}{20}$ bis 7,7 Secunden steigen (also im Verhältniß von wenigstens 1: 154 verschieden sind), so bleiben auch der relative Abstand der Fixsterne unter einander und die Configuration der

Conſtellationen in langen Perioden nicht dieſelben. Das ſüdliche Kreuz wird in der Geſtalt, welche jetzt dies Sternbild zeigt, nicht immer am Himmel glänzen: da die 4 Sterne, welche es bilden, mit ungleicher Geſchwindigkeit eines verſchiedenen Weges wandeln. Wie viele Jahrtauſende bis zur völligen Auflöſung verfließen werden, iſt nicht zu berechnen. In den Raumverhältniſſen und in der Zeitdauer giebt es kein abſolutes Großes und Kleines.

Will man unter einem allgemeinen Geſichtspunkt zuſammenfaſſen, was an dem Himmel ſich verändert und was im Lauf Jahrhunderte der den *phyſiognomiſchen Charakter* der Himmelsdecke, den Anblick des Firmaments an einem beſtimmten Orte, modificirt; ſo muß man aufzählen als wirkſame Urſachen ſolcher Veränderung: 1) das Vorrücken der Nachtgleichen und das Wanken der Erdachſe, durch deren gemeinſame Wirkung neue Sterne am Horizont aufſteigen, andere unſichtbar werden; 2) die periodiſche und unperiodiſche Veränderung der Lichtſtärke vieler Fixſterne; 3) das Auflodern neuer Sterne, von denen einige wenige am Himmel verblieben ſind; 4) das Kreiſen teleſcopiſcher Doppelſterne um einen gemeinſamen Schwerpunkt. Zwiſchen dieſen ſich langſam und ungleich in Lichtſtärke und Poſition verändernden ſogenannten *Fixſternen* vollenden ihren ſchnelleren Lauf 20 Hauptplaneten, von denen fünf zuſammen 20 Satelliten darbieten. Es bewegen ſich alſo außer den ungezählten, gewiß auch rotirenden Fixſternen 40 bis jetzt (October 1850) aufgefundene planetariſche Körper. Zur Zeit des Copernicus und des großen Vervollkommners der Beobachtungskunſt Tycho waren nur 7 bekannt. Faſt 200 berechnete Cometen, deren 5 von

kurzem Umlauf und innere, d. h. zwiſchen den Bahnen der Hauptplaneten eingeſchloſſene, ſind, hätten hier ebenfalls noch als planetariſche Körper aufgeführt werden können. Sie beleben während ihres meiſt kurzen Erſcheinens, wenn ſie dem bloßen Auge ſichtbar werden, nächſt den eigentlichen Planeten und den neuen als Sterne erſter Größe plötzlich auflodernden Weltkörpern, am anziehendſten das an ſich ſchon reiche Bild des geſtirnten Himmels, ich hätte faſt geſagt deſſen landſchaftlichen Eindruck.

Die Kenntniß der eigenen Bewegung der Fixſterne hängt geſchichtlich ganz mit den Fortſchritten zuſammen, welche die Beobachtungskunſt durch Vervollkommnung der Werkzeuge und der Methoden gemacht hat. Das Auffinden dieſer Bewegung wurde erſt möglich, als man das Fernrohr mit getheilten Inſtrumenten verband; als von der Sicherheit einer Bogen-Minute, die zuerſt mit großer Anſtrengung Tycho auf der Inſel Hveen ſeinen Beobachtungen zu geben vermochte, man allmälig zur Sicherheit von einer Secunde und von Theilen dieſer Secunde herabſtieg; oder durch eine lange Reihe von Jahren getrennte Reſultate mit einander vergleichen konnte. Eine ſolche Vergleichung ſtellte Halley mit den Poſitionen des Sirius, Arcturus und Aldebaran an, wie ſie Ptolemäus in ſeinen Hipparchiſchen Catalogus, alſo vor 1844 Jahren, eingetragen hatte. Er glaubte ſich durch dieſelbe berechtigt (1717) eine eigene Bewegung in den eben genannten drei Fixſternen zu verkündigen.[2] Die große und verdiente Achtung, welche ſelbſt noch lange nach den Beobachtungen von Flamſteed und Bradley den im Triduum von Römer enthaltenen Rectaſcenſionen geſpendet wurde, regte Tobias

Mayer (1756), Maskelyne (1770) und Piazzi (1800) an Römer's Beobachtungen mit den ſpäteren zu vergleichen. Die eigene Bewegung der Sterne wurde dergeſtalt ſchon ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in ihrer Allgemeinheit anerkannt; aber die genaueren und numeriſchen Beſtimmungen dieſer Claſſe von Erſcheinungen verdankt man erſt 1783 der großen Arbeit von William Herſchel, auf Flamſteed's Beobachtungen gegründet, wie in noch weit höherem Grade Beſſel's und Argelander's glücklicher Vergleichung von Bradley's Stern-Poſitionen für 1755 mit den neueren Catalogen.

Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixſterne hat für die phyſiſche Aſtronomie eine um ſo höhere Wichtigkeit, als dieſelbe zu der Kenntniß der Bewegung unſeres eigenen Sonnenſyſtems durch die ſternerfüllten Welträume, ja zu der genauen Kenntniß der Richtung dieſer Bewegung geleitet hat. Wir würden nie irgend etwas von dieſer Thatſache erfahren haben, wenn die eigene fortſchreitende Bewegung der Fixſterne ſo gering wäre, daß ſie allen unſeren Meſſungen entginge. Das eifrige Beſtreben, dieſe Bewegung in Quantität und Richtung, die Parallaxe der Fixſterne und ihre Entfernung zu ergründen, hat am meiſten dazu beigetragen, durch Vervollkommnung der mit den optiſchen Inſtrumenten verbundenen Bogentheilungen und der micrometriſchen Hülfsmittel, die Beobachtungskunſt auf den Punkt zu erheben, zu dem ſie ſich, bei ſcharfſinniger Benutzung von großen Meridiankreiſen, Refractoren und Heliometern (vorzugsweiſe ſeit dem Jahre 1830), emporgeſchwungen hat.

Die Quantität der gemeſſenen eigenen Bewegung

wechſelt, wie wir ſchon im Eingange dieſes Abſchnitts bemerkt, von dem 20ten Theil einer Secunde bis zu faſt 8″. Die leuchtenderen Sterne haben großentheils dabei ſchwächere Bewegung als Sterne 5ter bis 6ter und 7ter Größe.[5] Die 7 Sterne, welche eine ungewöhnlich große eigene Bewegung offenbart haben, ſind: Arcturus 1^m (2″,25); α Centauri 1^m (3″,58);[6] μ Cassiopeae 6^m (3″,74); der Doppelſtern δ des Eridanus 5.4^m (4″,08); der Doppelſtern 61 des Schwans 5.6^m (5″,123), von Beſſel 1812 durch Vergleichung mit Bradley's Beobachtungen erkannt; ein Stern auf der Grenze der Jagdhunde[7] und des Großen Bären, No. 1830 des Catalogs der Circumpolarſterne von Groombridge 7^m (nach Argelander 6″,974); ε Indi (7″,74) nach D'Arreſt[8]; 2151 Puppis des Schiffes 6^m (7″,871). Das arithmetiſche Mittel[9] der einzelnen Eigenbewegungen der Fixſterne aus allen Zonen, in welche Mädler die Himmelskugel getheilt hat, würde kaum 0″,102 überſteigen.

Eine wichtige Unterſuchung über die „Veränderlichkeit der eigenen Bewegungen von Procyon und Sirius" hat Beſſel, dem größten Aſtronomen unſerer Zeit, im Jahr 1844, alſo kurz vor dem Beginnen ſeiner tödtlichen, ſchmerzhaften Krankheit, die Ueberzeugung aufgedrängt: „daß Sterne, deren veränderliche Bewegungen in den vervollkommnetſten Inſtrumenten bemerkbar werden, Theile von Syſtemen ſind, welche, vergleichungsweiſe mit den großen Entfernungen der Sterne von einander, auf kleine Räume beſchränkt ſind." Dieſer Glaube an die Exiſtenz von Doppelſternen, deren einer ohne Licht iſt, war in Beſſel, wie meine lange Correſpondenz mit ihm bezeugt, ſo feſt, daß ſie, bei dem großen Intereſſe, welches ohnedies jede

Erweiterung der Kenntniß von der phyſiſchen Beſchaffenheit des Fixſternhimmels erregt, die allgemeinſte Aufmerkſamkeit auf ſich zog. „Der anziehende Körper“, ſagt der berühmte Beobachter, „muß entweder dem Fixſterne, welcher die merkliche Veränderung zeigt, oder der Sonne ſehr nahe ſein. Da nun aber ein anziehender Körper von beträchtlicher Maſſe in ſehr kleiner Entfernung von der Sonne ſich in den Bewegungen unſeres Planetenſyſtems nicht verrathen hat, ſo wird man auf ſeine ſehr kleine Entfernung von einem Sterne, als auf die einzig ſtatthafte Erklärung der im Laufe eines Jahrhunderts merklich werdenden Veränderung in der eigenen Bewegung des letzteren, zurückgewieſen.“ [10] In einem Briefe an mich (Juli 1844) heißt es (ich hatte ſcherzend einige Beſorgniß über die Geſpenſterwelt der dunklen Geſtirne geäußert): „Allerdings beharre ich in dem Glauben, daß Procyon und Sirius wahre Doppelſterne ſind, beſtehend aus einem ſichtbaren und einem unſichtbaren Sterne. Es iſt kein Grund vorhanden das Leuchten für eine weſentliche Eigenſchaft der Körper zu halten. Daß zahlloſe Sterne ſichtbar ſind, beweiſt offenbar nichts gegen das Daſein eben ſo zahlloſer unſichtbarer. Die phyſiſche Schwierigkeit, die einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung, wird befriedigend durch die Hypotheſe dunkler Sterne beſeitigt. Man kann die einfache Vorausſetzung nicht tadeln, daß eine Veränderung der Geſchwindigkeit nur in Folge einer Kraft ſtatt findet und daß die Kräfte nach den Newtoniſchen Geſetzen wirken.“

Ein Jahr nach Beſſel's Tode hat Fuß auf Struve's Veranlaſſung die Unterſuchung über die Anomalien von

Procyon und Sirius, theils durch neue Beobachtungen am Ertel'schen Meridian-Fernrohr zu Pulkowa, theils durch Reductionen und Vergleichung mit dem früher Beobachteten, erneuert. Das Resultat ist nach der Meinung von Struve und Fuß [11] gegen die Bessel'sche Behauptung ausgefallen. Eine große Arbeit, die Peters in Königsberg eben vollendet hat, rechtfertigt die Bessel'schen Behauptungen; wie eine ähnliche von Schubert, dem Calculator am nordamerikanischen Nautical Almanac.

Der Glaube an die Existenz nicht leuchtender Sterne war schon im griechischen Alterthume und besonders in der frühesten christlichen Zeit verbreitet. Man nahm an, daß „zwischen den feurigen Sternen, die sich von den Dünsten nähren, sich noch einige andere erdartige Körper bewegen, welche uns unsichtbar bleiben" [12]. Das völlige Verlöschen der neuen Sterne, besonders der von Tycho und Kepler so sorgfältig beobachteten in der Cassiopea und im Schlangenträger, schien dieser Meinung eine festere Stütze zu geben. Weil damals vermuthet wurde, der erste dieser Sterne sei schon zweimal vorher und zwar in Abständen von ohngefähr 300 Jahren aufgelodert, so konnte die Idee der Vernichtung und völligen Auflösung keinen Beifall finden. Der unsterbliche Verfasser der Mécanique céleste gründet seine Ueberzeugung von dem Dasein nicht leuchtender Massen im Weltall auf dieselben Erscheinungen von 1572 und 1604. „Ces astres devenus invisibles après avoir surpassé l'éclat de Jupiter même, n'ont point changé de place durant leur apparition. (Der Lichtproceß hat bloß in ihnen aufgehört.) Il existe donc dans l'espace céleste des corps opaques aussi considérables et peut-être en aussi grands

es que les étoiles."[13] Eben so sagt Mädler in den
rsuchungen über die Fixstern-Systeme [14]:
dunkler Körper könnte Centralkörper sein; er könnte
unsere Sonne in unmittelbarer Nähe nur von dunklen
pern, wie unsere Planeten sind, umgeben sein. Die
n Bessel angedeuteten Bewegungen von Sirius und Pro-
on nöthigen (?) sogar zu der Annahme, daß es Fälle
iebt, wo leuchtende Körper die Satelliten dunkler Massen
ilden." Es ist schon früher erinnert worden, daß solche
Massen von einigen Anhängern der Emanations-Theorie
für zugleich unsichtbar und doch lichtstrahlend gehalten
werden: unsichtbar, wenn sie von so ungeheuren Di-
mensionen sind, daß die ausgesandten Lichtstrahlen (Lich-
Moleculen), durch Anziehungskräfte zurückgehalten, ein-
gewisse Grenze nicht überschreiten können.[15] Giebt es
wie es wohl annehmbar ist, dunkle, unsichtbare Körper
in den Welträumen, solche, in welchen der Proceß licht-
erzeugender Schwingungen nicht statt findet; so müssen die
dunklen Körper nicht in den Umfang unseres Planeten-
und Cometen-Systems fallen oder doch nur von sehr geringer
Masse sein, weil ihr Dasein sich uns nicht durch bemerk-
bare Störungen offenbart.

Die Untersuchung der Bewegung der Fixstern
in Quantität und Richtung (der wahren ihnen eigene
Bewegung wie der bloß scheinbaren, durch Veränderun-
des Orts der Beobachtung in der durchlaufenen Erdbah
hervorgebrachten), die Bestimmung der Entfernung d
Fixsterne von der Sonne durch Ergründung ihrer Pa
allaxen, die Vermuthungen über den Ort im We
raum, nach dem hin unser Planetensystem s

bewegt: ſind drei Aufgaben der Aſtronomie, welche durch die Hülfsmittel der Beobachtung, deren man ſich zu ihrer theilweiſen Löſung glücklich bedient hat, in naher Verbindung mit einander ſtehen. Jede Vervollkommnung der Inſtrumente und der Methoden, die man zur Förderung einer dieſer ſchwierigen und verwickelten Arbeiten angewandt, iſt für die andere erſprießlich geworden. Ich ziehe vor mit den Parallaxen und der Beſtimmung des Abſtandes einiger Fixſterne zu beginnen, um das zu vervollſtändigen, was ſich vorzugsweiſe auf unſere jetzige Kenntniß der iſolirt ſtehenden Fixſterne bezieht.

Schon Galilei hat in dem Anfang des 17ten Jahrhunderts die Idee angeregt den, „gewiß überaus ungleichen Abſtand der Fixſterne von dem Sonnenſyſteme zu meſſen"; ja ſchon zuerſt mit großem Scharfſinn das Mittel angegeben die Parallaxe aufzufinden: nicht durch die Beſtimmung der Entfernung eines Sternes vom Scheitelpunkte oder dem Pole, ſondern „durch ſorgfältige Vergleichung eines Sternes mit einem anderen, ſehr nahe ſtehenden". Es iſt in ſehr allgemeinen Ausdrücken die Angabe des micrometriſchen Mittels, deſſen ſich ſpäter William Herſchel (1781), Struve und Beſſel bedient haben. »Perchè io non credo«, ſagt Galilei[16] in dem dritten Geſpräche (Giornata terza), »che tutte le stelle siano sparse in una sferica superficie *egualmente distanti da un centro*; ma stimo, che le loro lontananze da noi siano talmente varie, che alcune ve ne possano esser 2 e 3 volte più remote di alcune altre; talchè quando si trovasse col Telescopio *qualche picciolissima stella vicinissima ad alcuna delle maggiori*, e che però quella fusse altissima, *potrebbe accadere, che*

he sensibil mutazione succedesse tra di loro.« Mit
copernicanischen Weltsysteme war dazu noch gleichsam
Forderung gegeben, durch Messungen numerisch den
chsel der Richtung nachzuweisen, welchen die halbjährige
:tsveränderung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne
der Lage der Fixsterne hervorbringen müsse. Da die
on Kepler so glücklich benutzten Tychonischen Winkel-Be-
stimmungen, wenn sie gleich bereits (wie schon einmal
bemerkt) die Sicherheit von einer Bogen-Minute erreichten,
noch keine parallactische Veränderung in der scheinbaren
Position der Fixsterne zu erkennen gaben; so diente den
Copernicanern lange als Rechtfertigung der beruhigende
Glaube, daß der Durchmesser der Erdbahn (41⅓ Millionen
geogr. Meilen) zu gering sei in Verhältniß der übergroßen
Entfernung der Fixsterne.

Die Hoffnung der Bemerkbarkeit einer Parallaxe
mußte demnach als abhängig erkannt werden von der Ver
vollkommnung der Seh- und Meßinstrumente und von de
Möglichkeit sehr kleine Winkel mit Sicherheit zu bestimmen
So lange man nur einer Minute gewiß war, bezeugt
die nicht bemerkte Parallaxe nur, daß die Fixstern
über 3438 Erdweiten (Halbmesser der Erdbahn, Abstan
der Erde von der Sonne) entfernt sein müssen.[17] Die
untere Grenze der Entfernungen stieg bei der Sicherhe
einer Secunde in den Beobachtungen des großen Astron
men James Bradley bis 206265; sie stieg in der glänzend
Epoche Fraunhofer'scher Instrumente (bei unmittelba
Messung von ohngefähr dem 10ten Theil einer Bog
Secunde) bis 2062648 Erdweiten. Die Bestrebungen
so scharfsinnig ausgedachten Zenithal-Vorrichtungen

Newton's großem Zeitgenossen Robert Hooke (1669) führten nicht zum bezweckten Ziele. Picard, Horrebow, welcher Römer's gerettete Beobachtungen bearbeitete, und Flamsteed glaubten Parallaxen von mehreren Secunden gefunden zu haben, weil sie die eigenen Bewegungen der Sterne mit den wahren parallactischen Veränderungen verwechselten. Dagegen war der scharfsinnige John Michell (Phil. Tr. 1767 Vol. LVII. p. 234 — 264) der Meinung, daß die Parallaxen der nächsten Fixsterne geringer als 0″,02 sein müßten und dabei nur „durch 12000 malige Vergrößerung erkennbar" werden könnten. Bei der sehr verbreiteten Meinung, daß der vorzügliche Glanz eines Sterns immer eine geringere Entfernung andeuten müsse, wurden Sterne erster Größe: Wega, Aldebaran, Sirius und Procyon, der Gegenstand nicht glücklicher Beobachtungen von Calandrelli und dem verdienstvollen Piazzi (1805). Sie sind denen beizuzählen, welche (1815) Brinkley in Dublin veröffentlichte und die 10 Jahre später von Pond und besonders von Airy widerlegt wurden. Eine sichere, befriedigende Kenntniß von Parallaxen beginnt erst, auf micrometrische Abstands-Messungen gegründet, zwischen den Jahren 1832 und 1838.

Obgleich Peters[18] in seiner wichtigen Arbeit über die Entfernung der Fixsterne (1846) die Zahl der schon aufgefundenen Parallaxen zu 33 angiebt, so beschränken wir uns hier auf die Angabe von 9, die ein größeres, doch aber sehr ungleiches Vertrauen verdienen und die wir nach dem ohngefähren Alter ihrer Bestimmungen aufführen:

Den ersten Platz verdient der durch Bessel so berühmt gewordene 61te Stern im Sternbilde des Schwans. Der Königsberger Astronom hat schon 1812 die große eigene

Bewegung, aber erſt 1838 die Parallaxe dieſes Doppel-
ſternes (unter 6ter Größe) durch Anwendung des Helio-
ters beſtimmt. Meine Freunde Arago und Mathieu mach-
von Auguſt 1812 bis November 1813 eine Reihe zahlrei-
Beobachtungen, indem ſie zur Auffindung der Paralla-
die Entfernung des Sterns 61 Cygni vom Scheitelpu-
maßen. Sie gelangten durch ihre Arbeit zu der ſehr rich-
tigen Vermuthung, daß die Parallaxe jenes Fixſterns ge-
ringer als eine halbe Secunde ſei.[19] Noch in den Jahren
1815 und 1816 war Beſſel, wie er ſich ſelbſt ausdrückt, „zu
keinem annehmbaren Reſultate“ gekommen[20]. Erſt die Be-
obachtungen von Aug. 1837 bis Oct. 1838 führten ihn durch
Benutzung des 1829 aufgeſtellten großen Heliometers zu
der Parallaxe von 0″,3483, der ein Abſtand von 59220
Erdweiten und ein Lichtweg von 9¼ Jahren entſprechen.
Peters beſtätigte (1842) dieſe Angabe, indem er 0″,349
fand, aber ſpäter das Beſſel'ſche Reſultat durch Wärme-
Correction in 0,″3744 umwandelte.[21]

Die Parallaxe des ſchönſten Doppelſternes am ſüdlichen
Himmel, α Centauri, iſt durch Beobachtungen am Vor-
gebirge der guten Hoffnung von Henderſon 1832, von
Maclear 1839 zu 0″,9128 beſtimmt worden.[22] Er iſt
demnach der nächſte aller bisher gemeſſenen Fixſterne, drei-
mal näher als 61 Cygni.

Die Parallaxe von α Lyrae iſt lange der Gegenſtand
der Beobachtungen von Struve geweſen. Die früheren
Beobachtungen (1836) gaben[23] zwiſchen 0″,07 und 0″,18
ſpätere 0″,2613 und einen Abſtand von 771400 Erd-
weiten mit einem Lichtweg von 12 Jahren;[21] aber Peters
hat den Abſtand dieſes hellleuchtenden Sternes noch vie-

größer gefunden, da er die Parallaxe nur zu 0″,103 angiebt. Dieses Resultat contrastirt mit einem anderen Stern 1ᵐ (α Centauri) und einem 6ᵐ (61 Cygni).

Die Parallaxe des Polarsterns ist von Peters nach vielen Vergleichungen in den Jahren 1818 bis 1838 zu 0″,106 bestimmt worden, und um so befriedigender, als sich aus denselben Vergleichungen die Aberration 20″,455 ergiebt.[25]

Die Parallaxe von Arcturus ist nach Peters 0″,127 (Rümker's frühere Beobachtungen am Hamburger Meridiankreise hatten sie um vieles größer gegeben). Die Parallaxe eines anderen Sternes erster Größe, Capella, ist noch geringer: nach Peters 0″,046.

Der Stern 1830 des Catalogus von Groombridge, welcher nach Argelander unter allen bisher am Firmament beobachteten Sternen die größte eigene Bewegung zeigte, hat eine Parallaxe von 0″,226, nach 48 von Peters in den Jahren 1842 und 1843 sehr genau beobachteten Zenithal-Distanzen. Faye hatte sie 5mal größer (1″,08) geglaubt, größer als die Parallaxe von α Centauri.[26]

Fixsterne.	Parallaxen.	Wahrscheinliche Fehler.	Namen der Beobachter.
α Centauri	0″,913	0″,070	Henderson und Maclear
61 Cygni	0″,3744	0″,020	Bessel
Sirius	0″,230		Henderson
1830 Groombridge	0″,226	0″,141	Peters
ι Ursae maj.	0″,133	0″,106	Peters
Arcturus	0″,127	0″,073	Peters
α Lyrae	0″,207	0″,038	Peters
Polaris	0″,106	0″,012	Peters
Capella	0″,046	0″,200	Peters

Die bisher erlangten Resultate ergeben gar nicht im allgemeinen, daß die hellsten Sterne zugleich die uns näheren sind. Wenn auch die Parallaxe von α Centauri die größte aller bis jetzt bekannten ist, so haben dagegen Wega der Leier, Arcturus und besonders Capella eine 3- bis 8mal kleinere Parallaxe als ein Stern 6ter Größe im Schwan. Auch die zwei Sterne, welche nach 2151 Puppis und ε Indi die schnellste eigene Bewegung zeigen: der eben genannte Stern des Schwans (Bewegung von 5″,123 im Jahr) und No. 1830 von Groombridge, den man in Frankreich „Argelanders Stern" nennt (Bewegung 6″,974); sind der Sonne 3- und 4mal so fern als α Centauri mit der eigenen Bewegung von 3″,58. Volum, Masse, Intensität des Lichtprocesses, eigene Bewegung[27] und Abstand von unserem Sonnensystem stehen gewiß in mannigfaltig verwickeltem Verhältnisse zu einander. Wenn es daher auch im allgemeinen wahrscheinlich sein mag, daß die hellsten Sterne die näheren sind; so kann es doch im einzelnen sehr entfernte kleine Sterne geben, deren Photosphäre und Oberfläche nach der Natur ihrer physischen Beschaffenheit einen sehr intensiven Lichtproceß unterhalten. Sterne, die wir ihres Glanzes wegen zur ersten Ordnung rechnen, können uns daher entfernter liegen als Sterne 4ter bis 6ter Größe. Steigen wir von der Betrachtung der großen Sternenschicht, von welcher unser Sonnensystem ein Theil ist, zu dem untergeordneten Particular-Systeme unserer Planetenwelt oder zu dem noch tieferen der Saturns- und Jupitersmonde stufenweise herab; so sehen wir auch die Centralkörper von Massen umgeben, in denen die Reihenfolge der Größe und der Intensität des reflectirten Lichtes von den Abständen gar nicht abzuhangen scheint. Die

unmittelbare Verbindung, in welcher unsere noch so schwache Kenntniß der Parallaxen mit der Kenntniß der ganzen Gestaltung des Weltbaues steht, giebt den Betrachtungen, welche sich auf die Entfernung der Fixsterne beziehen, einen eigenen Reiz.

Der menschliche Scharfsinn hat zu dieser Classe von Untersuchungen Hülfsmittel erdacht, welche von den gewöhnlichen ganz verschieden und, auf die Geschwindigkeit des Lichts gegründet, hier eine kurze Erwähnung verdienen. Der den physikalischen Wissenschaften so früh entrissene Savary hat gezeigt, wie die Aberration des Lichts bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe benutzt werden könne. Wenn nämlich die Ebene der Bahn, welche der Nebenstern um den Centralkörper beschreibt, nicht auf der Gesichtslinie von der Erde zu dem Doppelstern senkrecht steht, sondern nahe in diese Gesichtslinie selbst fällt; so wird der Nebenstern in seinem Laufe ebenfalls nahe eine gerade Linie zu beschreiben scheinen, und die Punkte der der Erde zugekehrten Hälfte seiner Bahn werden alle dem Beobachter näher liegen als die entsprechenden Punkte der zweiten, von der Erde abgewandten Hälfte. Eine solche Theilung in zwei Hälften bringt nur für den Beobachter (nicht in der Wirklichkeit) eine ungleiche Geschwindigkeit hervor, in welcher der Nebenstern in seiner Bahn sich von ihm entfernt oder sich ihm nähert. Ist nun der Halbmesser jener Bahn so groß, daß das Licht mehrere Tage oder Wochen gebraucht, um ihn zu durchlaufen; so wird die Zeit der halben Revolution in der abgewandten, entfernteren Seite größer ausfallen als die Zeit in der dem Beobachter zugekehrten Seite. Die Summe beider un-

Zahlen der Dauer bleibt der wahren Umlaufszeit
denn die von der Geschwindigkeit des Lichts
sachten Ungleichheiten heben sich gegenseitig auf. Aus
n Verhältnissen der Dauer nun lassen sich, nach Sa
's sinnreicher Methode, wenn Tage und Theile der Tage
in Längenmaaß verwandelt werden (3589 Millionen geogr.
eilen durchläuft das Licht in 24 Stunden), die absolute
röße des Halbmessers der Bahn, und durch die ein-
ache Bestimmung des Winkels, unter welchem der Halb-
messer sich dem Beobachter darbietet, die Entfernung
des Centralkörpers und seine Parallaxe ableiten.[28]

Wie die Bestimmung der Parallaxe uns über die Ab-
stände einer geringen Zahl von Fixsternen und über die ihnen
anzuweisende Stelle im Weltraume belehrt; so leitet die
Kenntniß des Maaßes und der Richtung eigener Bewegung,
d. h. der Veränderungen, welche die relative Lage selbst-
leuchtender Gestirne erfährt, auf zwei von einander ab-
hängige Probleme: die der Bewegung des Sonnensystems[29]
und der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixsternhim-
mels. Was sich bisher nur sehr unvollständig auf Zahlen-
verhältnisse zurückführen läßt, ist schon deshalb nicht geeignet
den ursachlichen Zusammenhang mit Klarheit zu offenbaren.
Von den beiden eben genannten Problemen hat nur das erste,
besonders nach Argelander's trefflichen Untersuchungen, mit
einem gewissen Grade befriedigender Bestimmtheit gelöst
werden können; das zweite, mit vielem Scharfsinn von
Mädler behandelt, entbehrt, bei dem Spiel so vieler sich
ausgleichender Kräfte, nach dem eigenen Geständniß dieses
Astronomen[30] in der unternommenen Lösung, „aller Eviden
eines vollständigen, wissenschaftlich genügenden Beweises“

Wenn sorgfältig abgezogen wird, was dem Vorrücken der Nachtgleichen, der Nutation der Erdachse, der Abirrung des Lichts und einer durch den Umlauf um die Sonne erzeugten parallactischen Veränderung angehört; so ist in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixsterne noch immer zugleich das enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnensystems im Weltraume und die Folge der wirklichen Eigenbewegung der Fixsterne ist. In der herrlichen Arbeit Bradley's über die Nutation, in seiner großen Abhandlung vom Jahre 1748, findet sich die erste Ahndung der Translation des Sonnensystems und gewissermaßen auch die Angabe der vorzüglichsten Beobachtungs-Methode. „Wenn man erkennt", heißt es dort [31], „daß unser Planetensystem seinen Ort verändert im absoluten Raume, so kann daraus in der Zeitfolge eine scheinbare Variation in der Angular-Distanz der Fixsterne sich ergeben. Da nun in diesem Falle die Position der uns näheren Gestirne mehr als die der entfernteren betheiligt ist; so werden die relativen Stellungen beider Classen von Gestirnen zu einander verändert scheinen, obgleich eigentlich alle unbewegt geblieben sind. Wenn dagegen unser Sonnensystem in Ruhe ist und einige Sterne sich wirklich bewegen, so werden sich auch ihre scheinbaren Positionen verändern: und zwar um so mehr, als die Bewegungen schneller sind, als die Sterne in einer günstigen Lage und in kleinerer Entfernung von der Erde sich befinden. Die Veränderung der relativen Position kann von einer so großen Zahl von Ursachen abhangen, daß vielleicht viele Jahrhunderte hingehen werden, ehe man das Gesetzliche erkennen wird."

Nachdem seit Bradley bald die bloße Möglichkeit, bald die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit der Bewegung des Sonnensystems in den Schriften von Tobias Mayer, Lambert und Lalande erörtert worden war, hatte William Herschel das Verdienst zuerst die Meinung durch wirkliche Beobachtung (1783, 1805 und 1806) zu befestigen. Er fand, was durch viele spätere und genauere Arbeiten bestätigt und näher begrenzt worden ist: daß unser Sonnensystem sich nach einem Punkte hinbewegt, welcher nahe dem Sternbild des Hercules liegt, in RA. 260° 44′ und nördlicher Decl. 26° 16′ (auf 1800 reducirt). Argelander fand (aus Vergleichung von 319 Sternen und mit Beachtung von Lundahl's Untersuchungen) für 1800: RA. 257° 54′,1, Decl. + 28° 49′,2; für 1850: RA. 258° 23′,5, Decl. + 28° 45′,6; Otto Struve (aus 392 Sternen) für 1800: RA. 261° 26′,9, Decl. + 37° 35′,5; für 1850: 261° 52′,6, Decl. 37° 33′,0. Nach Gauß[32] fällt die gesuchte Stelle in ein Viereck, dessen Endpunkte sind: RA. 258° 40′, Decl. 30° 40′; 258° 42′ + 30° 57′; 259° 13′ + 31° 9′; 260° 4′ + 30° 32′. Es blieb noch übrig zu versuchen, welches Resultat man erhalten würde, wenn man allein solche Sterne der südlichen Hemisphäre anwendete, die in Europa nie über den Horizont kommen. Dieser Untersuchung hat Galloway einen besonderen Fleiß gewidmet. Er hat sehr neue Bestimmungen (1830) von Johnson auf St. Helena und von Henderson am Vorgebirge der guten Hoffnung mit alten Bestimmungen von Lacaille und Bradley (1750 und 1757) verglichen. Das Resultat[33] ist gewesen (für 1790) RA. 260° 0′, Decl. 34° 23′; also für 1800 und 1850: 260° 5′ + 34° 22′

und 260° 33′ + 34° 20′. Diese Uebereinstimmung mit den Resultaten aus den nördlichen Sternen ist überaus befriedigend.

Ist demnach die Richtung der fortschreitenden Bewegung unseres Sonnensystems innerhalb mäßiger Grenzen bestimmt worden, so entsteht sehr natürlich die Frage: ob die Fixsternwelt, gruppenweise vertheilt, nur aus neben einander bestehenden Partial-Systemen zusammengesetzt sei; oder ob eine allgemeine Beziehung, ein Kreisen aller selbstleuchtenden Himmelskörper (Sonnen) um einen, entweder mit Masse ausgefüllten oder leeren, unausgefüllten Schwerpunkt gedacht werden müsse. Wir treten hier in das Gebiet bloßer Vermuthungen: solcher, denen man zwar eine wissenschaftliche Form geben kann, die aber keineswegs, bei der Unvollständigkeit des vorliegenden Materials von Beobachtungen und Analogien, zu der Evidenz führen können, deren sich andere Theile der Astronomie erfreuen. Einer gründlichen mathematischen Behandlung solcher schwer lösbaren Probleme steht besonders entgegen unsere Unkenntniß der Eigenbewegung einer grenzenlosen Menge sehr kleiner Sterne (10^m — 14^m), welche vornehmlich in dem so wichtigen Theile der Sternschicht, der wir angehören, in den Ringen der Milchstraße, zwischen hellleuchtenden zerstreut erscheinen. Die Betrachtung unserer Planetenkreise, in welchen man von den kleinen Partial-Systemen der Monde des Jupiter, des Saturn und des Uranus zu dem höheren, dem allgemeinen Sonnensysteme, aufsteigt, hat leicht zu dem Glauben verleitet: daß man sich die Fixsterne auf eine analoge Weise, in viele einzelne Gruppen getheilt und durch

weite Zwiſchenräume geſchieden, wiederum (in höherer Be-
ziehung ſolcher Gruppen gegen einander) der überwiegend-
Anziehungskraft eines großen Centralkörpers (einer einig-
Weltſonne) unterworfen denken könne.[34] Die hier be-
rührte, auf die Analogie unſeres Sonnenſyſtems geſtü-
Schlußfolge iſt aber durch die bisher beobachteten Thatſach-
widerlegt. In den vielfachen Sternen kreiſen zwei o-
mehrere ſelbſtleuchtende Geſtirne (Sonnen) nicht um ein-
der, ſondern um einen weit außer ihnen liegenden Schw-
punkt. Allerdings findet in unſerem Planetenſyſteme in ſo
fern etwas ähnliches ſtatt, als die Planeten ſich auch nicht
eigentlich um den Mittelpunkt des Sonnenkörpers ſelb-ſt,
ſondern um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt aller Maſſ-n
des Syſtems bewegen. Dieſer gemeinſame Schwerpun-kt
aber fällt, nach der relativen Stellung der großen Planete-n
Jupiter und Saturn, bald in den körperlichen Umfang de-r
Sonne, bald (und dieſer Fall tritt häufiger ein) außer-
halb dieſes Umfanges.[35] Der Schwerpunkt, welcher in den -n
Doppelſternen leer iſt, iſt demnach im Sonnenſyſteme bald
leer, bald mit Materie erfüllt. Was man über die Mög-
lichkeit der Annahme eines dunkeln Centralkörpers im
Schwerpunkt der Doppelſterne, oder urſprünglich dunkler,
aber ſchwach durch fremdes Licht erleuchteter, um ſie kreiſen-
der Planeten ausgeſprochen; gehört in das vielfach erwei-
terte Reich der mythiſchen Hypotheſen.

Ernſter und einer gründlichen Unterſuchung würdiger
iſt die Betrachtung: daß, unter der Vorausſetzung einer
Kreisbewegung ſowohl für unſer ganzes, ſeinen Ort
veränderndes Sonnenſyſtem als für alle Eigenbewegungen
der ſo verſchieden entfernten Fixſterne, das Centrum

der Kreisbewegungen 90° von dem Punkte entfernt liegen müsse[36], nach welchem unser Sonnensystem sich hinbewegt. In dieser Ideenverbindung wird die Lage der mit starker oder sehr schwacher Eigenbewegung begabten Sterne von großem Moment. Argelander hat mit Vorsicht und dem ihm eigenen Scharfsinn den Grad der Wahrscheinlichkeit geprüft, mit der man in unserer Sternschicht ein allgemeines Centrum der Attraction in der Constellation des Perseus[37] suchen könne. Mädler, die Annahme der Existenz eines zugleich an Masse überwiegenden und den allgemeinen Schwerpunkt ausfüllenden Centralkörpers verwerfend, sucht den Schwerpunkt allein in der Plejaden-Gruppe und zwar in der Mitte dieser Gruppe, in oder nahe[38] dem hellen Stern η Tauri (Alcyone). Es ist hier nicht der Ort die Wahrscheinlichkeit oder nicht hinlängliche Begründung[39] einer solchen Hypothese zu erörtern. Dem so ausgezeichnet thätigen Director der Sternwarte zu Dorpat bleibt das Verdienst, bei seiner mühevollen Arbeit die Position und Eigenbewegung von mehr als 800 Fixsternen geprüft, und zugleich Untersuchungen angeregt zu haben, welche, wenn sie auch nicht sicher zur Lösung des großen Problems selbst führen, doch geeignet sind Licht über verwandte Gegenstände der physischen Astronomie zu verbreiten.

Anmerkungen.

(S. 263.) Encke, Betrachtungen über die Anom[illegible] d[illegible] g des Sternſyſtems 1844 S. 12 (Kosmos Bd. [illegible]. 6); Mädler, Aſtr. S. 445.

[2] (S. 265.) Halley in den Philos. Transact. [illegible]or [illegible]—1719 Vol. XXX. p. 736. Die Betrachtung bezog ſich a[illegible]r auf die Variationen in der Breite; Jacques Caſſini fü[illegible]te erſt Variationen in der Länge hinzu (Arago im Annuair[illegible]e ur 1842 p. 387).

[3] (S. 266.) Delambre, Hist. de l'Astr. modern[illegible]e . II. p. 658; derſelbe in der Hist. de l'Astr. au 18[illegible] siècl[illegible]e . 448.

[4] (S. 266.) Philos. Transact. Vol. LXXIII. p. 138.

[5] (S. 267.) Beſſel im Jahrbuch von Schumacher fü[illegible]r 1839 S. 38; Arago, Annuaire pour 1842 p. 389.

[6] (S. 267.) S. über α Cent. Henderſon und Maclear i[illegible]n den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. XI. p. 61 und Piaz[illegible]i Smyth in den Edinb. Transact. Vol. XVI. 447. Die Ei[illegible]- genbewegung des Arcturus, 2″,25 (Baily in denſelben Memoir[illegible]rs Vol. V. p. 165), kann, als die eines ſehr hellen Sternes, im Ve[illegible]r- gleich mit Aldebaran: 0″,185 (Mädler, Centralſonne S. 11[illegible]1), und α Lyrae: 0″,400, groß genannt werden. Unter den Sterne[illegible]nen erſter Größe macht α Centauri mit der ſehr ſtarken Eigenbewegu[illegible]ung 3″,58 eine ſehr merkwürdige Ausnahme. Die eigene Bewegu[illegible]ung des Doppelſtern-Syſtems des Schwans beträgt nach Beſſel (Schu[illegible]m. Aſtr. Nachr. Bd. XVI. S. 93) 5″,123.

[7] (S. 267.) Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 455.

[8] (S. 267.) A. a. O. No. 618 S. 276. D'Arreſt grün[illegible]det das Reſultat auf Vergleichungen von Lacaille (1750) mit Brisb[illegible]ane (1825) und von Brisbane mit Taylor (1835). Der Stern 2[illegible]151 Puppis des Schiffes hat Eigenbewegung 7″,871 und iſt 6[illegible] (M[illegible]-ac- lear in Mädler's Unterſ. über die Fixſtern-Syſte[illegible]me

[illegible] 5)

[9] (S. 267.) Schum. Aſtr. Nachr. No. 661 S. 201.

[10] (S. 268.) A. a. O. No. 514—516.

[11] (S. 269.) Struve, Études d'Astr. stellaire, Texte p. 47, Notes p. 26 und 51—57; Sir John Herſchel, Outl. § 859 und 860.

[12] (S. 269.) Origenes in Gronov. Thesaur. T. X. p. 271.

[13] (S. 270.) Laplace, Expos. du Syst. du Monde 1824 p. 395. Lambert zeigt in den kosmologiſchen Briefen eine auffallende Neigung zur Annahme großer dunkler Weltkörper.

[14] (S. 270.) Mädler, Unterſuch. über die Fixſternſyſteme Th. II. (1848) S. 3 und deſſen Aſtronomie. S. 416.

[15] (S. 270.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 96 und 130; Laplace in Zach's Allg. geogr. Ephem. Bd. IV. S. 1; Fr. Bädler, Aſtr. S. 393.

[16] (S. 271.) Opere di Galileo Galilei Vol. XII. Milano 1811 p. 206. Dieſe denkwürdige Stelle, welche die Möglichkeit und das Project einer Meſſung ausdrückt, iſt von Arago aufgefunden worden; ſ. Annuaire pour 1842 p. 382.

[17] (S. 272.) Beſſel in Schumacher's Jahrb. für 1839 S. 5 und 11.

[18] (S. 273.) Struve, Astr. stell. p. 104.

[19] (S. 274.) Arago in der Connaissance des tems pour 1834 p. 281: »Nous observâmes avec beaucoup de soin, Mr. Mathieu et moi, pendant le mois d'août 1812 et pendant le mois de novembre suivant, la hauteur angulaire de l'étoile au-dessus de l'horizon de Paris. Cette hauteur, à la seconde époque, ne surpasse la hauteur angulaire à la première que de 0″,66. Une parallaxe absolue d'une seule seconde aurait nécessairement amené entre ces deux hauteurs une différence de 1″,2. Nos observations n'indiquent donc pas que le rayon de l'orbite terrestre, que 39 millions de lieues soient vus de la 61e du Cygne sous un angle de plus d'*une demi-seconde*. Mais une base vue perpendiculairement soutend un angle d'une demi-seconde quand on en est éloigné de 412 mille fois sa longueur. Donc la 61e du Cygne est *au moins* à une distance de la Terre égale à 412 mille fois 39 millions de lieues.«

[20] (S. 274.) Beſſel veröffentlichte in Schum. Jahrb.

S. 39—49 und in den Astr. Nachr. No. 366 das Resul[illegible] 36 als eine erste Annäherung. Sein schließliches später ltat war 0″,3483 (Astr. Nachr. No. 402 in Bd. XV[illegible] 274). Peters fand durch eigene Beobachtung fast identi[illegible] 490 (Struve, Astr. stell. p. 99). Die Aenderung, wel[illegible] Bessel's Tode Prof. Peters mit der Bessel'schen Berechnung [illegible] ch das Königsberger Heliometer erhaltenen Winkelmessunge[illegible] iacht hat, beruht darauf, daß Bessel (Astr. Nachr. Bd. XVII. 267) versprach den Einfluß der Temperatur auf die Resultate s Heliometers einer nochmaligen Untersuchung zu unterwerfen. as hat er allerdings auch theilweise in dem 1ten Bande seiner Astro- omischen Untersuchungen gethan, er hat aber die Tempe- atur-Correction nicht auf Parallaxen-Beobachtungen angewandt. Diese Anwendung ist von Peters (Ergänzungsheft zu den Astr. Nachr. 1849 S. 56) geschehen, und dieser ausgezeichnete Astronom findet durch die Temperatur-Correctionen 0″,3744 statt 0″,3483.

[21] (S. 274.) Diese 0″,3744 geben nach Argelander: Abstand des Doppelsterns 61 Cygni von der Sonne 550900 mittlere Ab- stände der Erde von der Sonne oder 11394000 Millionen Meilen; eine Distanz, die das Licht in 3177 mittleren Tagen durchläuft. Durch die 3 auf einander folgenden Angaben der Bessel'schen Par- allaxen: 0″,3136; 0″,3483 und 0″,3744, ist uns (scheinbar) der berühmte Doppelstern allmälig näher gekommen, in Lichtwegen von 10, $9^1/_4$ und $8^7/_{10}$ Jahren.

[22] (S. 274.) Sir John Herschel, Outlines p. 545 und 551. Mädler (Astr. S. 425) giebt für α Cent. statt 0″, 9128 die Parallaxe 0″, 9213.

[23] (S. 274.) Struve, Stell. compos. Mens. microm. p. CLXIX — CLXXII. Airy hält die Parallaxe von α Lyrae, welche Peters schon bis 0″,1 vermindert hat, für noch kleiner d. h. für zu gering, um für unsere jetzigen Instrumente meßbar zu sein. (Mem. of the Royal Astr. Soc. Vol. X. p. 270.)

[24] (S. 274.) Struve über Micrometer-Messungen im großen Refractor der Dorpater Sternwarte (Oct. 1839) in Schum[illegible] Astr. Nachr. No. 396 S. 178.

[25] (S. 275.) Peters in Struve, Astr. stell. p. 100.

[26] (S. 275.) A. a. O. p. 101.

[27] (S. 276.) Vergl. über das Verhältniß der Größe eigene[illegible]

Bewegung zur Nähe der hellleuchtendſten Sterne Struve, Stell. compos. Mensurae microm. p. CLXIV.

[28] (S. 278.) Savary in der Connaissance des tems pour 1830 p. 56—69 und p. 163—171, und Struve a. a. O. p. CLXIV.

[29] (S. 278.) Kosmos Bd. I. S. 150 und 414.

[30] (S. 278.) Mädler, Aſtronomie S. 414.

[31] (S. 279.) Arago hat (Annuaire pour 1842 p. 383) zuerſt auf dieſe merkwürdige Stelle Bradley's aufmerkſam gemacht. Vergl. in demſelben Annuaire den Abſchnitt über die Translation des ganzen Sonnenſyſtems p. 389—399.

[32] (S. 280.) Nach einem Briefe an mich, ſ. Schum. Aſtr. Nachr. No. 622 S. 348.

[33] (S. 280.) Galloway on the Motion of the Solar System, in den Philos. Transact. 1847 p. 98.

[34] (S. 282.) Von dem Werth und Unwerth ſolcher Anſichten handelt Argelander in der Schrift: über die eigene Bewegung des Sonnenſyſtems, hergeleitet aus der eigenen Bewegung der Sterne, 1837 S. 39.

[35] (S. 282.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 149 (Mädler, Aſtr. S. 400).

[36] (S. 283.) Argelander a. a. O. S. 42; Mädler, Centralſonne S. 9 und Aſtr. S. 403.

[37] (S. 283.) Argelander a. a. O. S. 43 und in Schum. Aſtr. Nachr. No. 566. Nicht durch numeriſche Unterſuchungen geleitet, ſondern nach phantaſiereichen Ahndungen hatten früh ſchon, Kant den Sirius, Lambert den Nebelfleck im Gürtel des Orion für den Centralkörper unſerer Sternenſchicht erklärt. Struve, Astr. stell. p. 17 no. 19.

[38] (S. 283.) Mädler, Aſtr. S. 380, 400, 407 und 414; deſſen Centralſonne 1846 S. 44—47; deſſen Unterſuchungen über die Fixſtern-Syſteme Th. II. 1848 S. 183—185. (Alcyone liegt RA. 54° 30′, Decl. 23° 36′ für das Jahr 1840.) Wäre die Parallaxe der Alcyone wirklich 0″,0065; ſo würde ihre Entfernung 31½ Millionen Halbmeſſer der Erdbahn betragen, ſie alſo 50mal entfernter von uns ſein, als nach Beſſel's älteſter Beſtimmung der Abſtand des Doppelſterns 61 Cygni iſt. Das Licht, welches in 8′ 18″,2 von der Sonne zur Erde kommt, würde dann 500 Jahre

von der Alcyone zur Erde brauchen. Die Phantaſie der Griechen gefiel ſich in wilden Schätzungen von Fallhöhen. In des Heſiodus Theogonia v. 722—725 heißt es vom Sturz der Titanen in den Tartarus: „wenn neun Tag' und Nächte dereinſt ein eherner Amboß fiele vom Himmel herab, am zehenten käm' er zur Erde ....." Der Fallhöhe in 777600 Zeitſecunden entſprechen für den Amboß 77356 geogr. Meilen (mit Rückſicht auf die, in planetariſchen Entfernungen ſtarke Abnahme der Anziehungskraft der Erde nach Galle's Berechnung), alſo das $1\frac{1}{2}$fache der Entfernung des Mondes von der Erde. Aber nach Ilias I, 592 fiel Hephäſtos ſchon in Einem Tage auf Lemnos herab, „und athmete nur noch ein wenig". Die Länge der vom Olymp zur Erde herabhangenden Kette, an der alle Götter verſuchen ſollen den Zeus herabzuziehen (Ilias VIII, 18), bleibt unbeſtimmt; es iſt nicht ein Bild der Himmelshöhe, ſondern der Stärke und Allmacht Jupiters.

[39] (S. 283.) Vergl. die Zweifel von Peters in Schum. Aſtr. Nachr. 1849 S. 661 und Sir John Herſchel in den Outl. of Astr. p. 589: »In the present defective state of our knowledge respecting the proper motion of the smaller stars we cannot but regard all attempts of the kind as to a certain extent premature, though by no means to be discouraged as forerunners of something more decisive.«

Die vielfachen oder Doppelſterne. — Ihre Zahl und ihr gegenſeitiger Abſtand. — Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt.

Wenn man in den Betrachtungen über die Fixſtern-Syſteme von den geahndeten allgemeineren, höheren, zu den ſpeciellen, niederen, herabſteigt; ſo gewinnt man einen feſteren, zur unmittelbaren Beobachtung mehr geeigneten Boden. In den vielfachen Sternen, zu denen die binären oder Doppelſterne gehören, ſind mehrere ſelbſtleuchtende Weltkörper (Sonnen) durch gegenſeitige Anziehung mit einander verbunden, und dieſe Anziehung ruft nothwendig Bewegungen in geſchloſſenen krummen Linien hervor. Ehe man durch wirkliche Beobachtung den Umlauf der Doppelſterne [1] erkannte, waren ſolche Bewegungen in geſchloſſenen Curven nur in unſerem planetenreichen Sonnenſyſtem bekannt. Auf dieſe ſcheinbare Analogie wurden voreilig Schlüſſe gegründet, die lange auf Irrwege leiten mußten. Da man mit dem Namen Doppelſtern jedes Sternpaar bezeichnete, in welchem eine ſehr große Nähe dem unbewaffneten Auge die Trennung der beiden Sterne nicht geſtattet (wie in Caſtor, α Lyrae, β Orionis, α Centauri); ſo mußte dieſe Benennung ſehr natürlich zwei Claſſen von Sternpaaren begreifen: ſolche die durch ihre zufällige

Stellung in Beziehung auf den Standpunkt des Beobachters einander genähert ſcheinen, aber ganz verſchiedenen Abſtänden und Sternſchichten zugehören; und ſolche, welche, einander näher gerückt, in gegenſeitiger Abhängigkeit oder Attraction und Wechſelwirkung zu einander ſtehen und demnach ein eigenes, partielles Sternſyſtem bilden. Die erſteren nennt man nach nun ſchon langer Gewohnheit optiſche, die zweite Claſſe phyſiſche Doppelſterne. Bei ſehr großer Entfernung und bei Langſamkeit der elliptiſchen Bewegung können mehrere der letzteren mit den erſteren verwechſelt werden. Alcor, mit dem die arabiſchen Aſtronomen ſich viel beſchäftigt haben, weil der kleine Stern bei ſehr reiner Luft und ſcharfen Geſichtsorganen dem bloßen Auge ſichtbar wird, bildet (um hier an einen ſehr bekannten Gegenſtand zu erinnern) mit ζ im Schwanz des Großen Bären im weiteſten Sinne des Worts eine ſolche optiſche Verbindung ohne nähere phyſiſche Abhängigkeit. Von Schwierigkeit des Trennens, welche dem unbewaffneten Auge darbieten die ſehr ungleiche Licht-Intenſität nahe gelegener Sterne, der Einfluß der Ueberſtrahlung und der Sternſchwänze, wie die organiſchen Fehler, die das undeutliche Sehen hervorbringen, habe ich ſchon oben im 2ten und 3ten Abſchnitte gehandelt.[2]

Galilei, ohne die Doppelſterne zu einem beſonderen Gegenſtande ſeiner teleſcopiſchen Beobachtungen zu machen (woran ihn auch die große Schwäche ſeiner Vergrößerungen würde gehindert haben), erwähnt in einer berühmten, ſchon von Arago bezeichneten Stelle der Giornata terza ſeiner Geſpräche den Gebrauch, welchen die Aſtronomen von optiſchen Doppelſternen (quando si trovasse nel telescopio

qualche picciolissima stella, vicinissima ad alcuna delle maggiori) zur Auffindung einer Fixstern-Parallaxe machen könnten.[3] Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren in den Sternverzeichnissen kaum 20 Doppelsterne aufgeführt, wenn man diejenigen ausschließt, welche weiter als 32″ von einander abstehen; jetzt, hundert Jahre später, sind (Dank sei es hauptsächlich den großen Arbeiten von Sir William Herschel, Sir John Herschel und Struve!) in beiden Hemisphären an 6000 aufgefunden. Zu den ältesten[4] beschriebenen Doppelsternen gehören: ζ Ursae maj. (7 Sept. 1700 von Gottfried Kirch), α Centauri (1709 von Feuillée), γ Virginis (1718), α Geminorum (1719), 61 Cygni (1753, wie die beiden vorigen, von Bradley nach Distanz und Richtungswinkel beobachtet), p Ophiuchi, ζ Cancri..... Es vermehrten sich allmälig die aufgezählten Doppelsterne: von Flamsteed an, der sich eines Micrometers bediente, bis zum Sterncatalog von Tobias Mayer, welcher 1756 erschien. Zwei scharfsinnig ahndende und combinirende Denker, Lambert („Photometria" 1760; „Kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues" 1761) und John Michell (1767), beobachteten nicht selbst Doppelsterne, verbreiteten aber zuerst richtige Ansichten über die Attractions-Beziehungen der Sterne in partiellen binären Systemen. Lambert wagte wie Kepler die Vermuthung, daß die fernen Sonnen (Fixsterne) wie die unsrige von dunkeln Weltkörpern, Planeten und Cometen, umgeben seien; von den einander nahe stehenden Fixsternen aber glaubte[5] er, so sehr er auch sonst zur Annahme dunkler Centralkörper geneigt scheint, „daß sie in einer nicht zu langen Zeit eine Revolution um ihren gemeinschaftlichen

jwerpunkt vollendeten". Michell[6], der von Kant's und
nbert's Ideen keine Kenntniß hatte, wandte zuerst und
Scharfsinn die Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf enge
:rngruppen, besonders auf vielfache Sterne, binäre und
ıternäre, an; er zeigte, wie 500000 gegen 1 zu wetten
, daß die Zusammenstellung von 6 Hauptsternen der
:jaden nicht vom Zufalle herrühre, daß vielmehr ihre
uppirung in einer inneren Beziehung der Sterne gegen
ander gegründet sein müsse. Er ist der Existenz von
chtenden Sternen, die sich um einander bewegen, so gewiß,
i er diese partiellen Sternsysteme zu sinnreicher Lösung
iger astronomischen Aufgaben anzuwenden vorschlägt.[7]

Der Manheimer Astronom Christian Mayer hat das
ße Verdienst, auf dem sicheren Wege wirklicher Beob
tungen die Doppelsterne zuerst (1778) zu einem beson
en Ziele seiner Bestrebungen erhoben zu haben. Die
zlücklich gewählte Benennung von Fixstern-Traban
ı und die Beziehungen, welche er zwischen Sternen zu
:nnen glaubte, die von Arcturus $2^0\frac{1}{2}$ bis $2^0\,55'$ abstehen,
ten ihn bitteren Angriffen seiner Zeitgenossen, und unte
'en dem Tadel des großen und scharfsinnigen Mathema
rs Nicolaus Fuß, aus. Das Sichtbar-Werden dunkle
netarischer Körper in reflectirtem Lichte war bei so unge
ırer Entfernung allerdings unwahrscheinlich. Man achtete
ht auf die Resultate sorgfältig angestellter Beobachtungen,
ll man die systematische Erklärung der Erscheinunge
warf; und doch hatte Christian Mayer in einer Ver
idigungsschrift gegen den Pater Maximilian Hell, Di
tor der kaiserlichen Sternwarte zu Wien, ausdrückli
ärt: „daß die kleinen Sterne, welche den großen so nah

ſtehen, entweder erleuchtete, an ſich dunkle Planeten; oder daß beide Weltkörper, der Hauptſtern und ſein Begleiter, zwei um einander kreiſende, ſelbſtleuchtende Sonnen ſeien." Das Wichtige von Chriſtian Mayer's Arbeit iſt lange nach ſeinem Tode von Struve und Mädler dankbar und öffentlich anerkannt worden. In ſeinen beiden Abhandlungen: *Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixſternetrabanten* (1778) und *Diss. de novis in coelo sidereo phaenomenis* (1779) ſind 80 von ihm beobachtete Sternpaare beſchrieben, unter denen 67 einen geringeren Abſtand als 32″ haben. Die meiſten derſelben ſind von Chriſtian Mayer neu entdeckt durch das vortreffliche acht-Füßige Fernrohr des Manheimer Mauerquadranten; „manche gehören noch jetzt zu den ſchwierigſten Objecten, welche nur kräftige Inſtrumente darzuſtellen vermögen: wie ρ und 71 Herculis, ε Lyrae und ω Piscium." Mayer maß freilich nur am Meridian-Inſtrumente (wie man aber noch lange nach ihm gethan) Abſtände in Rectaſcenſion und Declination, und wies aus ſeinen wie aus den Beobachtungen früherer Aſtronomen Poſitions-Veränderungen nach, von deren numeriſchem Werthe er irrigerweiſe nicht abzog, was (in einzelnen Fällen) der eigenen Bewegung der Sterne angehörte.[8]

Dieſen ſchwachen, aber denkwürdigen Anfängen folgte Wilhelm Herſchel's Rieſenarbeit über die vielfachen Sterne. Sie umfaßt eine lange Periode von mehr als 25 Jahren. Denn wenn auch das erſte Verzeichniß von Herſchel's Doppelſternen vier Jahre ſpäter als Chriſtian Mayer's Abhandlung über denſelben Gegenſtand veröffentlicht wurde; ſo reichen des Erſteren Beobachtungen doch bis 1779, ja,

wenn man die Unterſuchungen über das Trapezium im großen Nebelfleck des Orion hinzurechnet, bis 1776 hinauf. Faſt alles, was wir heute von der vielfältigen Geſtaltung der Doppelſterne wiſſen, wurzelt urſprünglich in Sir William Herſchel's Arbeit. Er hat in den Catalogen von 1782, 1783 und 1804 nicht bloß 846, meiſt allein von ihm entdeckte, in Poſition und Diſtanz beſtimmte Doppelſterne aufgeſtellt[9]; ſondern, was weit wichtiger als die Vermehrung der Anzahl iſt, er hat ſeinen Scharfſinn und Beobachtungsgeiſt auch ſchon an allem dem geübt, was ſich auf die Bahn, die vermuthete Umlaufszeit, auf Helligkeit, Farben-Contraſt, und Claſſification nach Größe der gegenſeitigen Abſtände bezieht. Phantaſiereich und doch immer mit großer Vorſicht fortſchreitend, ſprach er ſich erſt im Jahr 1794, indem er optiſche und phyſiſche Doppelſterne unterſchied, vorläufig über die Natur der Beziehung des größeren Sterns zu ſeinem kleineren Begleiter aus. Den ganzen Zuſammenhang der Erſcheinungen entwickelte er erſt neun Jahre ſpäter in dem 93ten Bande der Philosophical Transactions. Es wurde nun der Begriff von partiellen Sternſyſtemen feſtgeſetzt, in denen mehrere Sonnen um ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt kreiſen. Das mächtige Walten von Anziehungskräften, das in unſeren Sonnenſyſtem ſich bis zum Neptun in 30 Erdweiten (622 Millionen geogr. Meilen) erſtreckt, ja durch Anziehung der Sonne den großen Cometen von 1680 in der Entfernung von 28 Neptunsweiten (d. i. von 853 Erdweiten oder 17700 Millionen geogr. Meilen) zum Umkehren zwingt offenbart ſich auch in der Bewegung des Doppelſterns 61 des Schwans, welcher 18240 Neptunsweiten (55090

Erdweiten oder 11394000 Millionen geogr. Meilen), bei einer Parallaxe von 0″,3744, von der Sonne entfernt ist. Wenn aber auch Sir William Herschel die Ursachen und den allgemeinen Zusammenhang der Erscheinungen in großer Klarheit erkannte; so waren doch in dem ersten Jahrzehent des 19ten Jahrhunderts die Positionswinkel, welche sich aus den eigenen Beobachtungen und aus den nicht sorgfältig genug benutzten älteren Sterncatalogen ergaben, an zu kurze und allzu nahe Epochen gebunden, als daß die einzelnen numerischen Verhältnisse der Umlaufszeiten oder Bahn-Elemente eine volle Sicherheit gewähren könnten. Sir John Herschel erinnert selbst an die so unsicheren Angaben der Umlaufszeiten von α Geminorum (334 Jahre statt nach Mädler[10] 520); von γ Virginis (708 statt 169); und von γ Leonis (1424 des großen Catalogs von Struve), einem prachtvollen Sternpaar, goldfarben und röthlich grün (1200 Jahre).

Nach William Herschel haben mit bewundernswürdiger Thätigkeit, und durch vervollkommnete Instrumente (besonders durch Micrometer-Apparate) unterstützt, die eigentlichen specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der Vater (1813—1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte sein erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. Demselben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen unterhalb 32″, von welchen nur etwa $\frac{1}{6}$ früher gesehen worden war. Um diese Arbeit zu vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne untersucht. Struve's drittes Verzeichniß vielfacher

erne ist von 1837 und bildet das wichtige Werk: Stel-
rum compositarum Mensurae micrometricae.[11]
enthält, da mehrere, unsicher beobachtete Objecte mit
rgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.'

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's
harrlichkeit während seines vierjährigen, für die genaueste
ographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche ma-
nden Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten
ffnung mit mehr als 2100, bis auf wenige Ausnahmen
her unbeobachteten Doppelsternen bereichert worden.[12]
le diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20fü-
jes Spiegelteleſcop gemacht, auf 1830 reducirt, und an-
eiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthal-
ıb, Sir John Herschel der Astronomical Society zu Lon-
n für den 6ten und 9ten Theil ihrer reichhaltigen Me-
oirs übergeben hat.[13] In diesen europäischen Verzeich-
sen sind die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der
n genannte berühmte Astronom 1825 gemeinschaftlich mit
r James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die
issenschaft in einem halben Jahrhundert allmälig zu dem
haß gründlicher Kenntniß von partiellen, besonders
nären Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl
: Doppelsterne (optische und physische zusammengenommen)
an gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 geschätzt
rden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das
rliche Fraunhofer'sche Heliometer beobachteten, die von
gelander[14] zu Åbo (1827—1835), von Encke und Galle
Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve
Pulkowa (seit dem Catalogus von 1837), von Mädler

in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit einem 17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das bewaffnete Auge nahe an einander gerückten Sternen in unmittelbarer Attractions-Beziehung mit einander ſtehen, eigene Syſteme bilden und ſich in geſchloſſenen Bahnen bewegen, d. h. ſogenannte phyſiſche (kreiſende) Doppelſterne ſind; iſt eine wichtige, aber ſchwer zu beantwortende Frage. Der kreiſenden Begleiter werden allmälig immer mehr entdeckt. Außerordentliche Langſamkeit der Bewegung oder die Richtung der für unſer Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der ſich bewegende Stern eine der Beobachtung ungünſtige Poſition einnimmt, laſſen uns lange phyſiſche Doppelſterne den optiſchen, nur genähert ſcheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewegung iſt ein Criterium; ſchon die von Argelander und Beſſel bei einer beträchtlichen Zahl von Sternpaaren erwieſene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume (ein gemeinſchaftliches Fortſchreiten, wie das unſeres ganzen Sonnengebietes: alſo der Erde und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Trabanten) zeugt für den Zuſammenhang der Hauptſterne und ihrer Begleiter, für das Verhältniß in abgeſchloſſenen, partiellen Syſtemen. Mädler hat die intereſſante Bemerkung gemacht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogiſirten Doppelſternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverſchiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieſelbe nur für mehr oder minder wahrſcheinlich gehalten werden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der phyſiſchen Doppelſterne zu den optiſchen ſo verändert ſei

zum Vortheil der erſteren, daß unter 6000 Sternpaaren m[illegible]n nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle ſchon ſiebentehal[illegible]hundert [15] kennt, in denen ſich eine gegenſeitige Poſition[illegible] Veränderung nachweiſen läßt. Das ältere Verhältn[illegible] gab 1/16, das neueſte bereits 1/9 für die durch beobachte[illegible] Bewegung des Hauptſterns und den Begleiter ſich a[illegible] phyſiſche Doppelſterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilu[illegible] der binären Sternſyſteme, nicht bloß in den Himmelsrä[illegible]men, ſondern auch nur an dem ſcheinbaren Himmel[illegible] gewölbe, iſt numeriſch noch wenig ergründet. In d[illegible] Richtung gewiſſer Sternbilder (der Andromeda, des Bo[illegible]tes, des Großen Bären, des Luchſes und des Orions) fi[illegible] in der nördlichen Hemiſphäre die Doppelſterne am häufi[illegible]ſten. Für die ſüdliche Hemiſphäre macht Sir John He[illegible]ſchel das unerwartete Reſultat bekannt, „daß in dem extr[illegible] tropicalen Theile dieſer Hemiſphäre die Zahl der vielfache[illegible] Sterne um vieles geringer iſt als in dem correſpo[illegible]direnden nördlichen Theile“. Und doch ſind jene anm[illegible] thigen ſüdlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßig[illegible] Spiegelteleſcope, das Sterne 8ter Größe bis in Abſtänd[illegible] von 3/4 Secunden trennte, unter den günſtigſten atmoſph[illegible]riſchen Verhältniſſen von dem geübteſten Beobachter dur[illegible] forſcht worden. [16]

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vi[illegible] fachen Sterne iſt das Vorkommen contraſtirender Farb[illegible] unter denſelben. Aus 600 helleren Doppelſternen ſind [illegible] Beziehung auf Farbe von Struve in ſeinem großen 18[illegible] erſchienenen Werke [17] folgende Reſultate gezogen worde[illegible]: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptſte[illegible]

und der Begleiter, von derſelben und gleich intenſiver Farbe. In 101 war nur ein Unterſchied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz verſchiedenartigen Farben waren 120, oder 1/5 des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptſterns und des Begleiters ſich auf 4/5 der ganzen, ſorgfältig unterſuchten Maſſe erſtreckte. Faſt in der Hälfte jener 600 Doppelſterne waren Hauptſtern und Begleiter weiß. Unter den verſchiedenfarbigen ſind Zuſammenſetzungen von Gelb und Blau (wie in ε Cancri), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae [18]) ſehr häufig.

Arago hat zuerſt (1825) darauf aufmerkſam gemacht, daß die Verſchiedenartigkeit der Farbe in dem binären Syſteme hauptſächlich oder wenigſtens in ſehr vielen Fällen ſich auf Complementar-Farben (auf die ſich zu Weiß [19] ergänzenden, ſogenannten ſubjectiven) bezieht. Es iſt eine bekannte optiſche Erſcheinung, daß ein ſchwaches weißes Licht grün erſcheint, wenn ein ſtarkes (intenſives) rothes Licht genähert wird; das weiße Licht wird blau, wenn das ſtärkere umgebende Licht gelblich iſt. Arago hat aber mit Vorſicht daran erinnert, daß, wenn auch bisweilen die grüne oder blaue Färbung des Begleiters eine Folge des Contraſtes iſt, man doch im ganzen keineswegs das reelle Daſein grüner oder blauer Sterne läugnen könne. [20] Er giebt Beiſpiele, in denen ein hellleuchtender weißer Stern (1527 Leonis, 1768 Can. ven.) von einem kleinen blauen Stern begleitet iſt; wo in einem Sternpaar (δ Serp.) beide, der Hauptſtern und ſein Begleiter, blau ſind: [21] er ſchlägt vor, um zu unterſuchen, ob die contraſtirende Färbung nur ſubjectiv ſei, den Hauptſtern im

Fernrohr (ſobald der Abſtand es erlaubt) durch einen Faden oder ein Diaphragma zu verdecken. Gewöhnlich iſt nur der kleinere Stern der blaue; anders iſt es aber im Sternpaar 23 Orionis (696 des Cat. von Struve p. LXXX); in dieſem iſt der Hauptſtern bläulich, der Begleiter rein weiß. Sind oftmals in den vielfachen Sternen die verſchiedenfarbigen Sonnen von, uns unſichtbaren Planeten umgeben; ſo müſſen letztere, verſchiedenartig erleuchtet, ihre weißen, blauen, rothen und grünen Tage haben. 22

So wenig, wie wir ſchon oben[23] gezeigt haben, die periodiſche Veränderlichkeit der Sterne nothwendig an die rothe oder röthliche Farbe derſelben gebunden iſt, eben ſo wenig iſt Färbung im allgemeinen oder eine contraſtirende Verſchiedenheit der Farbentöne zwiſchen dem Hauptſtern und dem Begleiter den vielfachen Sternen eigenthümlich. Zuſtände, weil wir ſie häufig hervorgerufen finden, ſind darum nicht die allgemein nothwendigen Bedingungen der Erſcheinungen: ſei es des periodiſchen Lichtwechſels, ſei es des Kreiſens in partiellen Syſtemen um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt. Eine ſorgfältige Unterſuchung der hellen Doppelſterne (Farbe iſt noch bei Sternen 9ter Größe zu beſtimmen) lehrt, daß außer dem reinen Weiß auch alle Farben des Sonnenſpectrums in den Doppelſternen gefunden werden; daß aber der Hauptſtern, wenn er nicht weiß iſt, ſich im allgemeinen dem rothen Extrem (dem der weniger refrangiblen Strahlen) nähert, der Begleiter dem violetten Extrem (der Grenze der am meiſten refrangiblen Strahlen). Die röthlichen Sterne ſind doppelt ſo häufig als die blauen und bläulichen, die weißen ſind ohngefähr 2½mal ſo zahlreich als die rothen und

röthlichen. Merkwürdig ist es auch, daß gewöhnlich ein großer Unterschied der Farbe mit einem bedeutenden Unterschied in der Helligkeit verbunden ist. In zwei Sternpaaren, die wegen ihrer großen Helligkeit in starken Fernröhren bequem bei Tage gemessen werden können, in ζ Bootis und γ Leonis, besteht das erstere Paar aus 2 weißen Sternen 3^m und 4^m, das letztere aus einem Hauptstern 2^m und einem Begleiter von $3^m,5$. Man nennt diesen den schönsten Doppelstern des nördlichen Himmels, während daß α Centauri[24] und α Crucis am südlichen Himmel alle anderen Doppelsterne an Glanz übertreffen. Wie in ζ Bootis, bemerkt man in α Centauri und γ Virginis die seltene Zusammenstellung zweier großer Sterne von wenig ungleicher Lichtstärke.

Ueber das Veränderliche der Helligkeit in vielfachen Sternen, besonders über Veränderlichkeit der Begleiter, herrscht noch nicht einstimmige Gewißheit. Wir haben schon oben mehrmals[25] der etwas unregelmäßigen Veränderlichkeit des Glanzes vom gelbrothen Hauptstern α Herculis erwähnt. Auch der von Struve (1831—1833) beobachtete Wechsel der Helligkeit der nahe gleichen und gelblichen Sterne (3^m), des Doppelsternes γ Virginis und Anon. 2718, deutet vielleicht auf eine sehr langsame Achsendrehung beider Sonnen.[26] Ob in Doppelsternen je eine wirkliche Farbenveränderung vorgegangen sei (γ Leonis und γ Delphini?); ob in ihnen weißes Licht farbig wird, wie umgekehrt im isolirten Sirius farbiges Licht weiß geworden ist: bleibt noch unentschieden;[27] und wenn die bestrittenen Unterschiede sich nur auf schwache Farbentöne beziehen, so ist auf die organische Individualität der Beobachter und,

wo nicht Refractoren angewandt werden, auf den oft störenden Einfluß der Metallſpiegel in den Teleſcopen Rückſicht zu nehmen.

Unter den mehrfachen Syſtemen finden ſich: dreifach (ξ Librae, ζ Cancri, 12 Lyncis, 11 Monoc.); vierfach (102 und 2681 des Struviſchen Catalogs, α Andromedae, ε Lyrae); eine ſechsfache Verbindung in θ Orionis, den berühmten Trapezium des großen Orion-Nebels: wahrſcheinlich einem einigen phyſiſchen Attractions-Syſtem, wei die 5 kleineren Sterne (6",3; 7"; 8"; 11",3 und 12" der Eigenbewegung des Hauptſternes (4",7) folgen. Veränderung in der gegenſeitigen Stellung iſt aber bisher nich bemerkt worden.[28] In 2 dreifachen Sternpaaren, ξ Librae und ζ Cancri, iſt die Umlaufs-Bewegung beider Begleite mit großer Sicherheit erkannt worden. Das letztere Paa beſteht aus 3 an Helligkeit wenig verſchiedenen Sterne 3ter Größe, und der nähere Begleiter ſcheint eine 10fach ſchnellere Bewegung als der entferntere zu haben.

Die Zahl der Doppelſterne, deren Bahn-Elemente ſich haben berechnen laſſen, wird gegenwärtig zu 14 bis 16 angegeben.[29] Unter dieſen hat ζ Herculis ſeit der Zeit der erſten Entdeckung ſchon zweimal ſeinen Umlauf vollendet, und während deſſelben (1802 und 1831) das Phänomen der ſcheinbaren Bedeckung eines Fixſterns durch einen anderen Fixſtern dargeboten. Die früheſten Berechnungen der Doppelſtern-Bahnen verdankt man dem Fleiße von Savary (ξ Ursae maj.), Encke (70 Ophiuchi) und Sir John Herſchel; ihnen ſind ſpäter Beſſel, Struve, Mädler, Hind, Smyth und Capitän Jacob gefolgt. Savary's und Encke's Methoden fordern 4 vollſtändige, hinreichend weit von

einander entfernte Beobachtungen. Die kürzeſten Umlaufs-Perioden ſind von 30, 42, 58 und 77 Jahren: alſo zwiſchen den planetariſchen Umlaufszeiten des Saturn und Uranus; die längſten, mit einiger Sicherheit beſtimmten, überſteigen 500 Jahre, d. i. ſie ſind ohngefähr gleich dem dreimaligen Umlauf von Le Verrier's Neptun. Die Excentricität der elliptiſchen Doppelſtern-Bahnen iſt nach dem, was man bis jetzt erforſcht hat, überaus beträchtlich: meiſt cometenartig von 0,62 (σ Coronae) bis 0,95 (α Centauri) anwachſend. Der am wenigſten excentriſche innere Comet, der von Faye, hat die Excentricität 0,55: eine geringere als die Bahn der eben genannten zwei Doppelſterne. Auffallend geringere Excentricitäten bieten η Coronae (0,29) und Caſtor (0,22 oder 0,24) nach Mädler's und Hind's Berechnungen dar. In dieſen Doppelſternen werden von den beiden Sonnen Ellipſen beſchrieben, welche denen zweier der kleinen Hauptplaneten unſeres Sonnenſyſtems (den Bahnen der Pallas: 0,24; und Juno: 0,25) nahe kommen.

Wenn man mit Encke in einem binären Syſtem einen der beiden Sterne, den helleren, als ruhend betrachtet und demnach die Bewegung des Begleiters auf dieſen bezieht; ſo ergiebt ſich aus dem bisher Beobachteten, daß der Begleiter um den Hauptſtern einen Kegelſchnitt beſchreibt, in deſſen Brennpunkt ſich der letztere befindet: eine Ellipſe, in welcher der Radius vector des umlaufenden Weltkörpers in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume zurücklegt. Genaue Meſſungen von Poſitionswinkeln und Abſtänden, zu Bahnbeſtimmungen geeignet, haben ſchon bei einer beträchtlichen Zahl von Doppelſternen gezeigt, daß der Begleiter ſich um den als ruhend betrachteten Hauptſtern, von denſelben

Gravitations-Kräften getrieben, bewegt, welche in unſerem Sonnenſyſtem walten. Dieſe feſte, kaum erſt ſeit einem Viertel-Jahrhundert errungene Ueberzeugung bezeichnet ein der großen Epochen in der Entwickelungsgeſchichte des höheren kosmiſchen Naturwiſſens. Weltkörper, denen man nach altem Brauche den Namen der Fixſterne erhalten hat ob ſie gleich weder an die Himmelsdecke angeheftet noch unbewegt ſind, hat man ſich gegenſeitig bedecken geſehen Die Kenntniß von der Exiſtenz partieller Syſteme in ſich ſelbſt gegründeter Bewegung erweitert um ſo mehr den Blick, als dieſe Bewegungen wieder allgemeineren, die Himmelsräume belebenden, untergeordnet ſind.

Bahn-Elemente von Doppelſternen.

Name.	Halbe große Axe.	Excentricität.	Umlaufszeit in Jahren.	Berechner.
1) ξ Ursae maj.	3″,857	0,4164	58,262	Savary 1830
	3″,278	0,3777	60,720	John Herſchel Tabelle v. 1849
	2″,295	0,4037	61,300	Mädler 1847
2) p Ophiuchi	4″,328	0,4300	73,862	Encke 1832
3) ζ Herculis	1″,208	0,4320	30,22	Mädler 1847
4) Caſtor	8″,086	0,7582	252,66	John Herſchel Tabelle v. 1849
	5″,692	0,2194	519,77	Mädler 1847
	6″,300	0,2405	632,27	Hind 1849
5) γ Virginis	3″,580	0,8795	182,12	John Herſchel Tabelle v. 1849
	3″,863	0,8806	169,44	Mädler 1847
6) α Centauri	15″,500	0,9500	77,00	Cap. Jacob 1848

Anmerkungen.

[1] (S. 289.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 152—154 und 41[illegible] (Struve über Doppelsterne nach Dorpater Micrometer-Messungen von 1824 bis 1837 S. 11.)

[2] (S. 290.) Kosmos Bd. III. S. 64—67, 110—113 un[illegible] 166—168. Als merkwürdige Beispiele von der Schärfe der Se[illegible] organe ist noch anzuführen, daß Kepler's Lehrer Möstlin m[illegible] bloßen Augen 14, und schon einige der Alten 9 Sterne in den[illegible] Siebengestirn mit bloßen Augen erkannten. (Mädler, Unter[illegible]such. über die Fixstern-Systeme Th. II. S. 36.)

[3] (S. 291.) Kosmos Bd. III. S. 271. Auch Dr. Gregory von Edinburg empfiehlt 1675 (also 33 Jahre nach Galilei's Hin[illegible]scheiden) dieselbe parallactische Methode; vergl. Thomas Birch, Hist. of the Royal Soc. Vol. III. 1757 p. 225. Bradley (1748[illegible]) spielt auf diese Methode an am Ende der berühmten Abhandlung über die Nutation.

[4] (S. 291.) Mädler, Astr. S. 477.

[5] (S. 291.) Arago im Annuaire poúr 1842 p. 400.

[6] (S. 292.) An Inquiry into the probable Parallax and Magnitude of the fixed Stars, from the quantity of Light which they afford us, and the particular circumstances of their situation, by the Rev. John Michell; in den Philos. Transact. Vol. LVII. p. 234—261.

[7] (S. 292.) John Michell a. a. O. p. 238: »If it should hereafter be found, that any of the stars have others revolving about them (for no satellites by a borrowed light *could possibly be visible*), we should then have the means of discovering .....« Er läugnet in der ganzen Discussion, daß einer der zwei kreisenden Sterne ein dunkler, fremdes Licht reflectirender Planet sein könne, weil beide uns trotz der Ferne sichtbar werden. Er vergleicht die Dichtigkeit beider, von denen er den größeren

en Central star nennt, mit der Dichtigkeit unſerer Sonne, und zieht das Wort Satellit nur auf die Idee des Kreiſens, auf ie einer wechſelſeitigen Bewegung; er ſpricht von der »greatest pparent elongation of those stars, that revolved about the thers as satellites.« Ferner heißt es p. 243 und 249: »We may nclude with the highest probability (the odds against the conary opinion being many million millions to one) that stars rm a kind of system by mutual gravitation. It is highly proble in particular, and next to a certainty in general, that ch double stars as appear to consist of two or more stars aced near together, are under the influence of some general w, such perhaps as gravity.....« (Vergl. auch Arago im nnuaire 1834 p. 308, Ann. 1842 p. 400.) Den numeriſchen eſultaten der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung, welche Michell anebt, muß man einzeln keine große Sicherheit zuſchreiben: da die Voraussetzungen, daß es 230 Sterne am ganzen Himmel gebe, elche an Lichtſtärke dem β Capricorni, und 1500, welche der chtſtärke der 6 größeren Plejaden gleich ſeien, keine Richtigkeit ben. Die geiſtreiche cosmologiſche Abhandlung von John Michell digt mit dem ſehr gewagten Verſuch, einer Erklärung des Fun- Uns der Fixſterne durch eine Art von „Pulſation in materiellen cht-Ausſtößen“: einer nicht glücklicheren als die, welche Simon Marius, einer der Entdecker der Jupiterstrabanten (Kosmos Bd. II. S. 357 und 509), am Ende ſeines Mundus Jovialis 1614) gegeben hatte. Michell hat aber das Verdienſt darauf aufmerkſam gemacht zu haben (p. 263), daß das Funkeln immer mit Farbenveränderung verbunden iſt: »besides their brightness there s in the twinkling of the fixed stars a change of colour.« (S. Kosmos Bd. III. S. 122.)

[8] (S. 293.) Struve im Recueil des Actes de la Séance publique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, le 29 déc. 1832, p. 48—50; Mädler, Aſtr. S. 478.

[9] (S. 294.) Philos. Transact. for the year 1782 p. 40—126, for 1783 p. 112—124, for 1804 p. 87. Ueber die Begründung dieſer von William Herſchel beobachteten 846 Doppelſterne vergl. Mädler in Schumacher's Jahrb. für 1839 S. 59 und deſſelben Unterſuchungen über die Fixſtern-Syſteme Th. I. 1847 S. 7.

[10] (S. 295.) Mädler a. a. O. Th. I. S. 255. Man h[illegible] at für Caſtor: 2 alte Beobachtungen von Bradley 1719 und 17[illegible] (die erſte gemeinſchaftlich mit Pond, die zweite mit Maskelyne[illegible] 2 von Herſchel dem Vater von 1779 und 1803. Für die Umlauf[illegible] zeit von γ Virginis ſ. Mädler, Fixſtern-Syſt. Th. II. 18[illegible] S. 234—240.

[11] (S. 296.) Struve, Mensurae microm. p. XL u[illegible] p. 234—248. Es ſind im ganzen 2641 + 146, alſo 2787 beobachte[illegible] Sternpaare (Mädler in Schum. Jahrb. 1839 S. 64).

[12] (S. 296.) Sir John Herſchel, Astron. Observ. a[illegible] the Cape of Good Hope (Capreiſe) p. 165—303.

[13] (S. 296.) A. a. O. p. 167 und 242.

[14] (S. 296.) Argelander: indem er eine große Zahl vo[illegible] Fixſternen zur ſorgfältigſten Ergründung eigener Bewegung unte[illegible] ſuchte. S. deſſen Schrift: DLX Stellarum fixarum posi[illegible] tiones mediae ineunte anno 1830, ex observ. Aboa habitis (Helsingforsiae 1825). Auf 600 ſchlägt Mädler (Aſt[illegible] S. 625) die Zahl der zu Pulkowa ſeit 1837 in der Nordhemiſphär[illegible] des Himmels neu entdeckten vielfachen Sterne an.

[15] (S. 298.) Die Zahl der Fixſterne, an denen man mit Ge[illegible] wißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man ſie bei alle[illegible] vermuthen kann, iſt um ein geringes größer als die der Stern[illegible] paare, bei welchen Stellungsverſchiedenheit beobachtet wor[illegible] den iſt. Mädler, Aſtr. S. 394, 490 und 520—540. Ergeb[illegible] niſſe durch Anwendung der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung auf dieſ[illegible] Verhältniſſe, je nachdem die gegenſeitigen Abſtände in den Stern[illegible] paaren 0″ bis 1″, 2″ bis 8″, oder 16″ bis 32″ ſind; giebt Struve in Mens. microm. p. XCIV. Abſtände, welche kleiner als 0″,8 ſind, werden geſchätzt; und Verſuche mit ſehr nahen künſtlichen Doppelſternen haben dem Beobachter die Hoffnung beſtätigt, daß dieſe Schätzungen meiſt bis 0″,1 ſicher ſind. Struve über Doppelſterne nach Dorpater Beob. S. 29.

[16] (S. 298.) John Herſchel, Capreiſe p. 166.

[17] (S. 298.) Struve, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

[18] (S. 299.) John Herſchel, Outlines of Astr. p. 579.

[19] (S. 299.) Zwei Gläſer, welche Complementar-Farben darſtellen, dienen dazu, wenn man dieſelben auf einander legt, weiß

Sonnenbilder zu geben. Mein Freund hat sich, während meines langen Aufenthalts auf der Pariser Sternwarte, dieses Mittels mit vielem Vortheil statt der Blendgläser bei Beobachtung von Sonnenfinsternissen und Sonnenflecken bedient. Man wählt: Roth mit Grün, Gelb mit Blau, Grün mit Violett. »Lorsqu' une lumière forte se trouve auprès d'une lumière faible, la dernière prend la teinte *complémentaire* de la première. C'est là le *contraste*: mais comme le rouge n'est presque jamais pur, on peut tout aussi bien dire que le rouge est complémentaire du bleu. Les couleurs voisines du Spectre solaire se substituent.« (Arago, Handschr. von 1847.)

[20] (S. 299.) Arago in der Connaissance des tems pour l'an 1828 p. 299—300; in dem Annuaire pour 1834 p. 246—250, pour 1842 p. 347—350. »Les exceptions que je cite, prouvent que j'avais bien raison en 1825 de n'introduire la notion physique du *contraste* dans la question des étoiles doubles qu'avec la plus grande réserve. Le bleu est la couleur réelle de certaines étoiles. Il résulte des observations recueillies jusqu' ici que le firmament est non seulement parsemé de soleils *rouges* et *jaunes*, comme le savaient les anciens, mais encore de soleils *bleus* et *verts*. C'est au tems et à des observations futures à nous apprendre si les étoiles vertes et bleues ne sont pas des soleils déjà en voie de décroissance; si les différentes nuances de ces astres n'indiquent pas que la combustion s'y opère à différens degrés; si la teinte, avec excès de rayons les plus réfrangibles, que présente souvent la petite étoile, ne tiendrait pas à la force absorbante d'une atmosphère que développerait l'action de l'étoile, ordinairement beaucoup plus brillante, qu'elle accompagne.« (Arago im Annuaire pour 1834 p. 295—301.)

[21] (S. 299.) Struve (über Doppelsterne nach Dorpater Beobachtungen 1837 S. 33—36 und Mensurae microm. p. LXXXIII) zählt 63 Sternpaare auf, in denen beide Sterne blau oder bläulich sind und bei denen also die Farbe nicht Folge des Contrastes sein kann. Wenn man gezwungen ist die Farben-Angaben desselben Sternpaares von verschiedenen Beobachtern mit einander zu vergleichen; so wird es besonders auffallen, wie oft der Begleiter eines rothen oder gelbrothen Hauptsterns

von Einem Beobachter blau, von anderen grün genannt wor-
den iſt.

[22] (S. 300.) Arago im Annuaire pour 1834 p. 302.

[23] (S. 300.) Kosmos Bd. III. S. 168—172.

[24] (S. 301.) »This superb double star (*α Cent.*) is beyond
all comparison the most striking object of the kind in the hea-
vens, and consists of two individuals, both of a high ruddy or
orange colour, though that of the smaller is of a somewhat
more sombre and brownish cast.« Sir John Herſchel, Cap
reiſe p. 300. Nach den ſchönen Beobachtungen von Capitän
Jacob (Bombay Engineers, in den Jahren 1846—1848) iſt aber der
Hauptſtern 1ᵐ, der Begleiter 2ᵐ,5 bis 3ᵐ geſchätzt; Transact
of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XVI. 1849 p. 451.

[25] (S. 301.) Kosmos Bd. III. S. 235, 249 und 259.

[26] (S. 301.) Struve über Doppelſt. nach Dor-
Beob. S. 33.

[27] (S. 301.) A. a. O. S. 36.

[28] (S. 302.) Mädler, Aſtr. S. 517; John Herſch
Outl. p. 568.

[29] (S. 302.) Vergl. Mädler, Unterſuch. über die
Fixſtern-Syſteme Th. I. S. 225—275, Th. II. S. 235—2
derſelbe in der Aſtr. S. 541; John Herſchel, Outl. p. 573.

VII.

Die Nebelflecke. — Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind? — Die beiden Magellanischen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. — Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlensäcke am südlichen Himmelsgewölbe.

Unter den uns sichtbaren, den Himmelsraum erfüllenden Weltkörpern giebt es neben denen, welche mit Sternlicht glänzen (selbstleuchtenden oder bloß planetarisch erleuchteten; isolirt stehenden, oder vielfach gepaarten und um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisenden Sternen) auch Massen mit mildem, mattem Nebelschimmer.[1] Bald als scharf begrenzte, scheibenförmige Lichtwölkchen auftretend, bald unförmlich und vielgestaltet über große Räume ergossen, scheinen diese auf den ersten Blick dem bewaffneten Auge ganz von den Weltkörpern verschieden, die wir in den letzten vier Abschnitten der Astrognosie umständlich behandelt haben. Wie man geneigt ist aus der beobachteten, bisher unerklärten, Bewegung[2] gesehener Weltkörper auf die Existenz ungesehener zu schließen; so haben Erfahrungen über die Auflöslichkeit einer beträchtlichen Zahl von Nebelflecken in der neuesten Zeit zu Schlußfolgen über die Nicht-Existenz aller Nebelflecke, d. i. alles kosmischen Nebels im Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke eine selbstleuchtende dunstartige

Materie, oder ferne, eng zusammengedrängte, rundliche Sternhaufen sein: immer bleiben sie für die Kenntniß der Anordnung des Weltgebäudes, dessen, was die Himmelsräume ausfüllt, von großer Wichtigkeit.

Die Zahl der örtlich in Rectascension und Declination bestimmten übersteigt schon 3600. Einige der unförmlich ausgedehnten haben die Breite von acht Monddurchmessern. Nach William Herschel's älterer Schätzung (1811) bedecken die Nebelflecke wenigstens $\frac{1}{270}$ des ganzen sichtbaren Firmaments. Durch Riesenfernröhre gesehen, führt ihre Betrachtung in Regionen, aus denen der Lichtstrahl nach nicht ganz unwahrscheinlicher Annahme Millionen von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen: auf Abstände, zu deren Ausmessung die Dimensionen unserer näheren Fixsternschicht (Siriusweiten oder berechnete Entfernungen von den Doppelsternen des Schwans und des Centauren) kaum ausreichen. Sind die Nebelflecke elliptische oder kugelförmige Sterngruppen, so erinnern sie, durch ihre Conglomeration selbst, an ein räthselhaftes Spiel von Gravitationskräften, denen sie gehorchen. Sind es Dunstmassen mit einem oder mehreren Nebelkernen, so mahnen die verschiedenen Grade ihrer Verdichtung an die Möglichkeit eines Processes allmäliger Sternbildung aus ungeballter Materie. Kein anderes kosmisches Gebilde, kein anderer Gegenstand der mehr beschauenden als messenden Astronomie ist in gleichem Maaße geeignet die Einbildungskraft zu beschäftigen: nicht etwa bloß als symbolisirendes Bild räumlicher Unendlichkeit, sondern weil die Erforschung verschiedener Zustände des Seins und ihre geahndete Verknüpfung in zeitlicher Reihenfolge uns eine Einsicht in das Werden[3] zu offenbaren verheißt.

Die historische Entwicklung unserer gegenwärtigen Kenntniß von den Nebelflecken lehrt, daß hier, wie fast überall in der Geschichte des Naturwissens, dieselben entgegengesetzten Meinungen, welche jetzt noch zahlreiche Anhänger haben, vor langer Zeit, doch mit schwächeren Gründen, vertheidigt wurden. Seit dem allgemeinen Gebrauch des Fernrohrs sehen wir Galilei, Dominicus Cassini und den scharfsinnigen John Michell alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen betrachten: während Halley, Derham, Lacaille, Kant und Lambert die Existenz sternloser Nebelmassen behaupteten. Kepler (wie vor der Anwendung des teleskopischen Sehens Tycho de Brahe) war ein eifriger Anhänger der Theorie der Sternbildung aus kosmischem Nebel, aus verdichtetem, zusammengeballtem Himmelsdunste. Er glaubte: caeli materiam tenuissimam (der Nebel, welcher in der Milchstraße mit mildem Sternlicht leuchte), in unum globum condensatam, stellam effingere; er gründete seine Meinung nicht auf den Verdichtungs-Proceß, der in begrenzten rundlichen Nebelflecken vorgehe (diese waren ihm unbekannt), sondern auf das plötzliche Auflodern neuer Sterne am Rande der Milchstraße.

Wie die Geschichte der Doppelsterne, so beginnt auch die der Nebelflecke, wenn man das Hauptaugenmerk auf die Zahl der aufgefundenen Objecte, auf die Gründlichkeit ihrer teleskopischen Untersuchung und die Verallgemeinerung der Ansichten richtet, mit William Herschel. Bis zu ihm (Messier's verdienstvolle Bemühungen eingerechnet) waren in beiden Hemisphären nur 120 unaufgelöste Nebelflecke der Position nach bekannt; und 1786 veröffentlichte bereits der große Astronom von Slough ein erstes Verzeichniß, das deren 1000 enthielt. Schon früher habe ich in diesem Werke

umſtändlich erinnert, daß, was vom Hipparchus und Geminu[illegible]
in den Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes und im Almag[illegible]
des Ptolemäus Nebelſterne (νεφελοειδεῖς) genannt wir[illegible]
Sternhaufen ſind, welche dem unbewaffneten Auge in Nebe[illegible]
ſchimmer erſcheinen. [4] Dieſelbe Benennung, als Nebulosa[illegible]e
latiniſirt, iſt in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in die A[illegible]l-
phonſiniſchen Tafeln übergegangen: wahrſcheinlich dur[illegible]ch
den überwiegenden Einfluß des jüdiſchen Aſtronomen Iſa[illegible]c
Aben Sid Haſſan, Vorſtehers der reichen Synagoge zu Toled[illegible]o.
Gedruckt erſchienen die Alphonſiniſchen Tafeln erſt 1483, (un[illegible]d
zwar zu Venedig.

Die erſte Angabe eines wunderſamen Aggregats vo[illegible]n
zahlloſen wirklichen Nebelflecken, mit Sternſchwärme[illegible]n
vermiſcht, finden wir bei einem arabiſchen Aſtronomen au[illegible]s
der Mitte des zehnten Jahrhunderts, bei Abdurrahman Su[illegible]ſi
aus dem perſiſchen Irak. Der weiße Ochſe, den er ti[illegible]ef
unter Canopus in milchigem Lichte glänzen ſah, war zweifel[illegible]s-
ohne die Große Magellaniſche Wolke, welche bei ein[illegible]er
ſcheinbaren Breite von faſt 12 Monddurchmeſſern einen Hin[illegible]m-
melsraum von 42 Quadratgraden bedeckt, und deren eur[illegible]o-
päiſche Reiſende erſt im Anfang des 16ten Jahrhunderts E[illegible]r-
wähnung thun, wenn gleich ſchon zweihundert Jahre früh[illegible]er
Normänner an der Weſtküſte von Afrika bis Sierra Leo[illegible]ne
($8\frac{1}{2}^0$ nördl. Br.) gelangt waren [5]. Eine Nebelmaſſe vo[illegible]n
ſo großem Umfange, dem unbewaffneten Auge vollkomme[illegible]n
ſichtbar, hätte doch früher die Aufmerkſamkeit auf ſich zieh[illegible]n
ſollen. [6]

Der erſte iſolirte Nebelfleck, welcher als völlig ſternl[illegible]s
und als ein Gegenſtand eigener Art durch ein Fernro[illegible]r
erkannt und beachtet wurde, war der, ebenfalls dem bloße[illegible]n

Auge sichtbare Nebelfleck bei ν der Andromeda. Simon Marius (Mayer aus Gunzenhausen in Franken), früher Musiker, dann Hof-Mathematicus eines Markgrafen von Culmbach, derselbe, welcher die Jupiterstrabanten neun Tage[7] früher als Galilei gesehen, hat auch das Verdienst die erste und zwar eine sehr genaue Beschreibung eines Nebelfleckes gegeben zu haben. In der Vorrede seines Mundus Jovialis[8] erzählt er, daß „am 15 December 1612 er einen Fixstern aufgefunden habe von einem Ansehen, wie ihm nie einer vorgekommen sei. Er stehe nahe bei dem 3ten und nördlichen Sterne im Gürtel der Andromeda; mit unbewaffnetem Auge gesehen, schiene er ihm ein bloßes Wölkchen, in dem Fernrohr finde er aber gar nichts sternartiges darin: wodurch sich diese Erscheinung von den Nebelsternen des Krebses und anderen nebligen Haufen unterscheide. Man erkenne nur einen weißlichen Schein, der heller im Centrum, schwächer gegen die Ränder hin sei. Bei einer Breite von ¼ Grad gleiche das Ganze einem in großer Ferne gesehenen Lichte, das (in einer Laterne) durch (halb durchsichtige) Scheiben von Horn gesehen werde (similis fere splendor apparet, si a longinquo candela ardens per cornu pellucidum de noctu cernatur)." Simon Marius fragt sich, ob dieser sonderbare Stern ein neu entstandener sei; er will nicht entscheiden: findet es aber recht auffallend, daß Tycho, welcher alle Sterne des Gürtels der Andromeda aufgezählt habe, nichts von dieser Nebulosa gesagt. In dem Mundus Jovialis, der erst 1614 erschien, ist also (wie ich schon an einem anderen Orte[9] bemerkt habe) der Unterschied zwischen einem für die damaligen teleskopischen Kräfte unauflöslichen Nebelfleck und einem Sternhaufen (engl. cluster, franz. amas d'étoiles) ausgesprochen, welchem die gegenseitige

Annäherung vieler, dem bloßen Auge unſichtbaren, kleinen Ste[illegible]ne einen Nebelſchein giebt. Trotz der großen Vervollkommnu[illegible]ng optiſcher Werkzeuge iſt faſt drittehalb Jahrhunderte lang d[illegible]er Nebel der Andromeda, wie bei ſeiner Entdeckung, für vol[illegible] kommen ſternenleer gehalten worden: bis vor zwei Jahre[illegible]n jenſeits des atlantiſchen Oceans von George Bond zu Cambrid[illegible]e (V. St.) 1500 kleine Sterne within the limits of the nebul[illegible]a erkannt worden ſind. Ich habe, trotz des unaufgelöſten Kern[illegible], nicht angeſtanden ihn unter den Sternhaufen aufzuführen.[10]

Es iſt wohl nur einem ſonderbaren Zufall zuzuſchreiber[illegible], daß Galilei, der ſich ſchon vor 1610, als der Sydereu[illegible]s Nuntius erſchien, mehrfach mit der Conſtellation des Orio[illegible]n beſchäftigte, ſpäter in ſeinem Saggiatore, da er längſt d[illegible]ie Entdeckung des ſternloſen Nebels in der Andromeda aus de[illegible]m Mundus Jovialis kennen konnte, keines anderen Nebel[illegible]s am Firmamente gedenkt als ſolcher, welche ſich ſelbſt in ſeine[illegible]n ſchwachen optiſchen Inſtrumenten in Sternhaufen au[illegible]f- löſten. Was er Nebulose del Orione e del Presepe nenn[illegible]t, ſind ihm nichts als „Anhäufungen (coacervazioni) zahlloſ[illegible]er kleiner Sterne".[11] Er bildet ab nach einander unter den tä[illegible]u- ſchenden Namen Nebulosae Capitis, Cinguli et Ensis Orion[illegible]is Sternhaufen, in denen er ſich freut in einem Raum von 1 oder 2 Graden 400 bisher unaufgezählte Sterne aufgefund[illegible]en zu haben. Von unaufgelöſtem Nebel iſt bei ihm nie d[illegible]ie Rede. Wie hat der große Nebelfleck im Schwerdte ſeiner Au[illegible]f- merkſamkeit entgehen, wie dieſelbe nicht feſſeln können? Ab[illegible]er wenn auch der geiſtreiche Forſcher wahrſcheinlich nie den u[illegible]r- förmlichen Orions-Nebel oder die rundliche Scheibe eines f[illegible]o- genannten unauflöslichen Nebels geſehen hat, ſo waren do[illegible]h ſeine allgemeinen Betrachtungen[12] über die innere Natur d[illegible]er

Nebelflecke denen sehr ähnlich, zu welchen gegenwärtig der größere Theil der Astronomen geneigt ist. So wenig als Galilei, hat auch Hevel in Danzig, ein ausgezeichneter, aber dem teleskopischen Sehen beim Catalogisiren der Sterne wenig holder [13] Beobachter, des großen Orions-Nebels in seinen Schriften erwähnt. Sein Sternverzeichniß enthält überhaupt kaum 16 in Position bestimmte Nebelflecke.

Endlich im Jahr 1656 entdeckte [14] Huygens den durch Ausdehnung, Gestalt, die Zahl und die Berühmtheit seiner späteren Erforscher so wichtig gewordenen Nebelfleck im Schwerdt des Orion, und veranlaßte Picard sich fleißig (1676) mit demselben zu beschäftigen. Die ersten Nebelflecke der in Europa nicht sichtbaren Regionen des südlichen Himmels bestimmte, aber in überaus geringer Zahl, bei seinem Aufenthalte auf St. Helena (1677) Edmund Halley. Die lebhafte Vorliebe, welche der große Cassini (Johann Dominicus) für alle Theile der beschauenden Astronomie hatte, leitete ihn gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts auf die sorgfältigere Erforschung der Nebel der Andromeda und des Orion. Er glaubte seit Huygens Veränderungen in dem letzteren, „ja Sterne in dem ersteren erkannt zu haben, die man nicht mit schwachen Fernröhren sieht". Man hat Gründe die Behauptung der Gestalt-Veränderung für eine Täuschung zu halten, nicht ganz die Existenz von Sternen in dem Nebel der Andromeda seit den merkwürdigen Beobachtungen von George Bond. Cassini ahndete dazu aus theoretischen Gründen eine solche Auflösung, da er, in directem Widerspruch mit Halley und Derham, alle Nebelflecke für sehr ferne Sternschwärme hielt. [15] Der matte, milde Lichtschimmer in der Andromeda, meint er, sei allerdings dem des Zodiacallichtes analog; aber auch dieses sei aus einer Unzahl dicht

zuſammengedrängter kleiner planetariſcher Körper zuſam[illegible]
mengeſetzt.[16] Lacaille's Aufenthalt in der ſüdlichen Hemiſphär[illegible]
(am Vorgebirge der guten Hoffnung, auf Ile de France un[illegible]
Bourbon, 1750—1752) vermehrte ſo anſehnlich die Zahl der [illegible]
Nebelflecke, daß Struve mit Recht bemerkt, man habe durc[illegible]
dieſes Reiſenden Bemühungen damals mehr von der Nebelwel[illegible]
des ſüdlichen Firmaments als von der in Europa ſichtbare[illegible]
gewußt. Lacaille hat übrigens mit Glück verſucht die Nebelflec[illegible]
nach ihrer ſcheinbaren Geſtaltung in Claſſen zu vertheilen; auc[illegible]
unternahm er zuerſt, doch mit wenigem Erfolge, die ſchwierig[illegible]
Analyſe des ſo heterogenen Inhalts der beiden Magellaniſche[illegible]
Wolken (Nubecula major et minor). Wenn man von de[illegible]
anderen 42 iſolirten Nebelflecken, welche Lacaille an dem ſü[illegible]
lichen Himmel beobachtete, 14 vollkommen, und ſelbſt m[illegible]
ſchwacher Vergrößerung, zu wahren Sternhaufen aufgelö[illegible]
abzieht, ſo bleibt nur die Zahl von 28 übrig: während, m[illegible]
mächtigeren Inſtrumenten wie mit größerer Uebung und Beoba[illegible]
tungsgabe ausgerüſtet, es Sir John Herſchel glückte unt[illegible]
derſelben Zone, die Clusters ebenfalls ungerechnet, an 15[illegible]0
Nebelflecke zu entdecken.

Entblößt von eigener Anſchauung und Erfahrung, pha[illegible]
taſirten, nach ſehr ähnlichen Richtungen hinſtrebend, ohne [illegible]
ſprünglich[17] von einander zu wiſſen, Lambert (ſeit 174[illegible]),
Kant (ſeit 1755) mit bewundernswürdigem Scharfſinn ü[illegible]
Nebelflecke, abgeſonderte Milchſtraßen und ſporadiſche, in [illegible]
Himmelsräumen vereinzelte Nebel- und Sterninſeln. Be[illegible]
waren der Dunſt-Theorie (nebular hypothesis) und einer [illegible]
petuirlichen Fortbildung in den Himmelsräumen, ja den Id[illegible]
der Stern-Erzeugung aus kosmiſchem Nebel zugethan. [illegible]
vielgereiſte Le Gentil (1760—1769) belebte lange vor ſein[illegible]

Reiſen und den verfehlten Venus-Durchgängen das Studium der Nebelflecke durch eigene Beobachtung über die Conſtellationen der Andromeda, des Schützen und des Orion. Er bediente ſich eines der im Beſitze der Pariſer Sternwarte befindlichen Objective von Campani, welches 34 Fuß Focallänge hat. Ganz den Ideen von Halley und Lacaille, Kant und Lambert widerſtrebend, erklärte der geiſtreiche John Michell wieder (wie Galilei und Dominicus Caſſini) alle Nebel für Sternhaufen, Aggregate von ſehr kleinen oder ſehr fernen teleſcopiſchen Sternen, deren Daſein bei Vervollkommnung der Inſtrumente gewiß einſt würde erwieſen werden. [18] Einen reichen Zuwachs, verglichen mit den langſamen Fortſchritten, welche wir bisher geſchildert, erhielt die Kenntniß der Nebelflecke durch den beharrlichen Fleiß von Meſſier. Sein Catalogus von 1771 enthielt, wenn man die älteren, von Lacaille und Méchain entdeckten Nebel abzieht, 66 bis dahin ungeſehene. Es gelang ſeiner Anſtrengung, auf dem ärmlich ausgerüſteten Observatoire de la Marine (Hôtel de Clugny) die Zahl der damals in beiden Hemiſphären aufgezählten Nebelflecke zu verdoppeln. [19]

Auf dieſe ſchwachen Anfänge folgte die glänzende Epoche der Entdeckungen von William Herſchel und ſeinem Sohne. Der Erſtere begann ſchon 1779 eine regelmäßige Muſterung des nebelreichen Himmels durch einen ſiebenfüßigen Reflector. Im Jahr 1787 war ſein 40füßiges Rieſenteleſcop vollendet; und in drei Catalogen [20], welche 1786, 1789 und 1802 erſchienen, lieferte er die Poſitionen von 2500 Nebeln und Sternhaufen. Bis 1785, ja faſt bis 1791, ſcheint der große Beobachter mehr geneigt geweſen zu ſein, wie Michell, Caſſini und jetzt Lord Roſſe, die ihm unauflöslichen Nebelflecke für ſehr entfernt liegende Sternhaufen zu halten; aber eine längere

Beſchäftigung mit dem Gegenſtande zwiſchen 1799 und 1802 leitete ihn, wie einſt Halley und Lacaille, auf die Dunſt-Theorie; ja, wie Tycho und Kepler, auf die Theorie der Sternbildung durch allmälige Verdichtung des kosmiſchen Nebels. Beide Anſichten ſind indeß nicht nothwendig [21] mit einander verbunden. Die von Sir William Herſchel beobachteten Nebel und Sternhaufen hat ſein Sohn Sir John von 1825 bis 1833 einer neuen Muſterung unterworfen; er hat die älteren Verzeichniſſe durch 500 neue Gegenſtände bereichert, und in den Philosophical Transactions for 1833 (p. 365 bis 481) einen vollſtändigen Catalogus von 2307 Nebulae and Clusters of stars veröffentlicht. Dieſe große Arbeit enthält alles, was in dem mittleren Europa am Himmel aufgefunden war; und ſchon in den unmittelbar folgenden 5 Jahren (1834 bis 1838) ſehen wir Sir John Herſchel am Vorgebirge der guten Hoffnung, mit einem 20füßigen Reflector ausgerüſtet, den ganzen dort ſichtbaren Himmel durchforſchen, und zu jenen 2307 Nebeln und Sternhaufen ein Verzeichniß von 1708 Poſitionen hinzufügen! [22] Von Dunlop's Catalogus ſüdlicher Nebel und Sternhaufen (629 an der Zahl, zu Paramatta beobachtet durch einen 9füßigen, mit einem Spiegel von 9 Zoll Durchmeſſer verſehenen Reflector [23] von 1825 bis 1827) iſt nur $\frac{1}{3}$ in Sir John Herſchel's Arbeit übergegangen.

Eine dritte große Epoche in der Kenntniß jener räthſelhaften Weltkörper hat mit der Conſtruction des bewundernswürdigen funfzigfüßigen Teleſcops [24] des Earl of Roſſe zu Parſonstown begonnen. Alles, was, in dem langen Schwanken der Meinungen, auf den verſchiedenen Entwickelungsſtufen kosmiſcher Anſchauung zur Sprache gekommen war, wurde nun in dem Streit über die Nebel-Hypotheſe und die

behauptete Nothwendigkeit sie gänzlich aufzugeben der Gegenstand lebhafter Discussionen. Aus den Berichten ausgezeichneter und mit den Nebelflecken lange vertrauter Astronomen, die ich habe sammeln können, erhellt, daß von einer großen Zahl der aus dem Catalogus von 1833 wie zufällig unter allen Classen ausgewählten, für unauflöslich gehaltenen Objecte fast alle (der Director der Sternwarte von Armagh, Dr. Robinson, giebt deren über 40 an) vollständig aufgelöst wurden.[25] Auf gleiche Weise drückt sich Sir John Herschel, sowohl in der Eröffnungsrede der Versammlung der British Association zu Cambridge 1845 als in den Outlines of Astronomy 1849, aus. „Der Reflector von Lord Rosse", sagt er, „hat aufgelöst oder als auflösbar gezeigt eine beträchtliche Anzahl (multitudes) von Nebeln, welche der raumdurchdringenden Kraft der schwächeren optischen Instrumente widerstanden hatten. Wenn es gleich Nebelflecke giebt, welche jenes mächtige Teleskop von sechs englischen Fußen Oeffnung nur als Nebel, ohne alle Anzeige der Auflösung, darstellt; so kann man doch nach Schlüssen, die auf Analogien gegründet sind, vermuthen, daß in der Wirklichkeit kein Unterschied zwischen Nebeln und Sternhaufen vorhanden sei."[26]

Der Urheber des mächtigen optischen Apparates von Parsonstown, stets das Resultat wirklicher Beobachtungen von dem trennend, zu dem nur gegründete Hoffnung vorhanden ist, drückt sich selbst mit großer Vorsicht über den Orions-Nebel in einem Briefe an Professor Nichol zu Glasgow[27] aus (19 März 1846). „Nach unserer Untersuchung des berühmten Nebelfleckes", sagt er, „kann ich mit Gewißheit aussprechen, daß, wenn anders irgend einer, nur ein geringer Zweifel über die Auflösbarkeit bleibt. Wir konnten wegen der Luftbeschaffenheit

nur die Hälfte der Vergrößerung anwenden, welche der Spiegel zu ertragen im Stande iſt; und doch ſahen wir, daß alles um das Trapezium umher eine Maſſe von Sternen bildet. Der übrige Theil des Nebels iſt ebenfalls reich an Sternen und trägt ganz den Charakter der Auflösbarkeit." Auch ſpäter noch (1848) ſoll Lord Roſſe nie eine ſchon erlangte völlige Auflöſung des Orions-Nebels, ſondern immer nur die nahe Hoffnung dazu, die gegründete Wahrſcheinlichkeit den noch übrigen Nebel in Sterne aufzulöſen, verkündet haben.

Wenn man trennt, in der neuerlichſt ſo lebhaft angeregten Frage über die Nicht-Exiſtenz einer ſelbſtleuchtenden, dunſtförmigen Materie im Weltall, was der Beobachtung und was inductiven Schlußformen angehört; ſo lehrt eine ſehr einfache Betrachtung, daß durch wachſende Vervollkommnung der teleſcopiſchen Sehkraft allerdings die Zahl der Nebel beträchtlich vermindert, aber keineswegs durch dieſe Verminderung erſchöpft werden könne. Unter Anwendung von Fernröhren wachſender Stärke wird jedes nachfolgende auflöſen, was das vorhergehende unaufgelöſt gelaſſen hat; zugleich aber auch wenigſtens [28] theilweiſe, wegen ſeiner zunehmenden raumdurchdringenden Kraft, die aufgelöſten Nebel durch neue, vorher unerreichte, erſetzen. Auflöſung des Alten und Entdeckung des Neuen, welches wieder eine Zunahme von optiſcher Stärke erheiſcht, würden demnach in endloſer Reihe auf einander folgen. Sollte dem nicht ſo ſein: ſo muß man ſich nach meinem Bedünken entweder den gefüllten Weltraum begrenzt; oder die Weltinſeln, zu deren einer wir gehören, dermaßen von einander entfernt denken, daß keines der noch zu erfindenden Fernröhre zu dem gegenüberliegenden Ufer hinüberreicht, und daß

unſere letzten (äußerſten) Nebel ſich in Sternhaufen auflöſen, welche ſich wie Sterne der Milchſtraße „auf ſchwarzen, ganz dunſtfreien Grund projiciren“ [29]. Iſt aber wohl ein ſolcher Zuſtand des Weltbaues und zugleich der Vervollkommnung optiſcher Werkzeuge wahrſcheinlich, bei dem am ganzen Firmament kein unaufgelöſter Nebelfleck mehr aufzufinden wäre?

Die hypothetiſche Annahme eines ſelbſtleuchtenden Fluidums, das, ſcharf begrenzt, in runden oder ovalen Nebelflecken auftritt, muß nicht verwechſelt werden mit der ebenfalls hypothetiſchen Annahme eines nicht leuchtenden, den Weltraum füllenden, durch ſeine Wellenbewegung Licht, ſtrahlende Wärme und Electro-Magnetismus erzeugenden Aethers. [30] Die Ausſtrömungen der Cometenkerne, als Schweife oft ungeheure Räume einnehmend, verſtreuen ihren uns unbekannten Stoff zwiſchen die Planetenbahnen des Sonnenſyſtems, welche ſie durchſchneiden. Getrennt von dem leitenden Kerne, hört aber der Stoff auf uns bemerkbar zu leuchten. Schon Newton hielt für möglich, daß »vapores ex Sole et Stellis fixis et caudis Cometarum« ſich der Erd-Atmoſphäre beimiſchen könnten. [31] In dem dunſtartigen kreiſenden, abgeplatteten Ringe des Zodiacalſcheins hat noch kein Fernrohr etwas ſternartiges entdeckt. Ob die Theilchen, aus welchen dieſer Ring beſteht und welche nach dynamiſchen Bedingungen von Einigen als um ſich ſelbſt rotirend, von Anderen als bloß um die Sonne kreiſend gedacht werden, erleuchtet oder, wie mancher irdiſche Nebel [32], ſelbſtleuchtend ſind: bleibt unentſchieden. Dominicus Caſſini glaubte, daß ſie kleine planetenartige Körper [33] ſeien. Es iſt wie ein Bedürfniß des ſinnlichen Menſchen, in allem Flüſſigen discrete [34] Molecular-Theile zu ſuchen, gleich den vollen oder hohlen Wolkenbläschen; und die Gradationen der Dichtigkeits-

Abnahme in unſerem Planetenſyſteme von Merkur bis Satu[illegible]rn und Neptun (von 1,12 bis 0,14 : die Erde = 1 geſetz[illegible]t) führen zu den Cometen, durch deren äußere Kernſchichten noc[illegible]och ein ſchwacher Stern ſichtbar wird: ja ſie führen allmälig zu[illegible] zu discreten, aber ſo undichten Theilen, daß ihre Starrheit in[illegible] in großen oder kleinen Dimenſionen faſt nur durch Begrenzt[illegible]t-heit charakteriſirt werden könnte. Es ſind gerade ſolche Be[illegible]Betrachtungen über die Beſchaffenheit des ſcheinbar dunſtförmigen[illegible]en Thierkreislichtes, welche Caſſini lange vor Entdeckung der ſo[illegible]o genannten kleinen Planeten zwiſchen Mars und Jupiter un[illegible]nd vor den Muthmaßungen über Meteor-Aſteroiden auf die Idee[illegible]ee geleitet hatten, daß es Weltkörper von allen Dimenſionen un[illegible]d allen Arten der Dichtigkeit gebe. Wir berühren hier faſt un[illegible]willkührlich den alten naturphiloſophiſchen Streit über[illegible] das primitiv Flüſſige und das aus discreten Mole[illegible]cular-Theilen Zuſammengeſetzte, was freilich deshalb[illegible] der mathematiſchen Behandlung zugänglicher iſt. Um ſo ſchneller[illegible] kehren wir zu dem rein Objectiven der Erſcheinung zurück.

In der Zahl von 3926 (2451 + 1475) Poſitionen, welche zugehören: a) dem Theil des Firmaments, welcher in Slough ſichtbar iſt und welchen wir hier der Kürze wegen den nördlichen Himmel nennen wollen (nach drei Verzeichniſſen von Sir William Herſchel von 1786 bis 1802 und der oben erwähnten großen Muſterung des Sohnes in den Philos. Transact. von 1833); und b) dem Theile des ſüdlichen Himmels, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung ſichtbar iſt, nach den afrikaniſchen Catalogen von Sir John Herſchel: finden ſich Nebelflecke und Sternhaufen (Nebulae and Clusters of stars) unter einander gemengt. So innig auch dieſe Gegenſtände ihrer Natur nach mit einander verwandt ſein mögen,

so habe ich sie doch, um einen bestimmten Zeitpunkt des schon Erkannten zu bezeichnen, in der Aufzählung von einander gesondert. Ich finde [35] in dem nördlichen Catalog: der Nebelflecke 2299, der Sternhaufen 152; im südlichen oder Cap-Catalog: der Nebelflecke 1239, der Sternhaufen 236. Es ergiebt sich demnach für die Nebelflecke, welche in jenen Verzeichnissen, als noch nicht in Sternhaufen aufgelöst, angegeben werden, am ganzen Firmament die Zahl von 3538. Es kann dieselbe wohl bis 4000 vermehrt werden, wenn man in Betrachtung zieht drei- bis vierhundert von Herschel dem Vater gesehene [36] und nicht wieder bestimmte, wie die von Dunlop in Paramatta mit einem neunzölligen Newton'schen Reflector beobachteten 629, von denen Sir John Herschel nur 206 seinem Verzeichniß angeeignet hat. [37] Ein ähnliches Resultat haben neuerlichst auch Bond und Mädler veröffentlicht. Die Zahl der Nebelflecke scheint sich also zu der der Doppelsterne in dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ohngefähr wie 2 : 3 zu verhalten; aber man darf nicht vergessen, daß unter der Benennung von Doppelsternen die bloß optischen mit begriffen sind, und daß man bisher nur erst in dem neunten, vielleicht gar nur im achten Theile Positions-Veränderungen erkannt hat. [38]

Die oben gefundenen Zahlen: 2299 Nebelflecke neben 152 Sternhaufen in dem nördlichen, und nur 1239 Nebelflecke neben 236 Sternhaufen in dem südlichen Verzeichnisse, zeigen, bei der geringeren Anzahl von Nebelflecken in der südlichen Hemisphäre, dort ein Uebergewicht von Sternhaufen. Nimmt man an, daß alle Nebelflecke ihrer wahrscheinlichen Beschaffenheit nach auflösbar, nur fernere Sternhaufen, oder aus kleineren und weniger gedrängten, selbstleuchtenden

Himmelskörpern zuſammengeſetzte Sterngruppen ſind; ſo bezeichnet dieſer ſcheinbare Contraſt, auf deſſen Wichtigkeit ſchon Sir John Herſchel um ſo mehr aufmerkſam gemacht hat [39], als von ihm in beiden Hemiſphären Reflectoren von gleicher Stärke angewandt worden ſind, auf das wenigſte eine auffallende Verſchiedenheit in der Natur und Weltſtellung der Nebel, d. h. in Hinſicht der Richtungen, nach denen hin ſie ſich den Erdbewohnern am nördlichen oder ſüdlichen Firmamente darbieten.

Dem eben genannten großen Beobachter verdanken wir auch die erſte genaue Kenntniß und kosmiſche Ueberſicht von der Vertheilung der Nebel und Sterngruppen an der ganzen Himmelsdecke. Er hat, um ihre Lage, ihre relative locale Anhäufung, die Wahrſcheinlichkeit oder Unwahrſcheinlichkeit ihrer Folge nach gewiſſen Gruppirungen und Zügen zu ergründen, viertehalb-tauſend Gegenſtände graphiſch in Fächer eingetragen, deren Seiten in der Declination 3°, in der Rectaſcenſion 15′ meſſen. Die größte Anhäufung von Nebelflecken des ganzen Firmaments findet ſich in der nördlichen Hemiſphäre. Es iſt dieſelbe verbreitet: durch die beiden Löwen; den Körper, den Schweif und die Hinterfüße des Großen Bären; die Naſe der Giraffe; den Schwanz des Drachen; die beiden Jagdhunde; das Haupthaar der Berenice (wo der Nordpol der Milchſtraße [40] liegt); den rechten Fuß des Bootes; und vor allem das Haupt, die Flügel und die Schulter der Jungfrau. Dieſe Zone, welche man die Nebel-Region der Jungfrau genannt hat, enthält, wie wir ſchon oben erwähnt haben, in einem Raume [41], welcher den achten Theil der Oberfläche der ganzen Himmelsſphäre ausfüllt, ⅓ von der geſammten Nebelwelt. Sie überſchreitet wenig den Aequator; nur

von dem südlichen Flügel der Jungfrau dehnt sie sich aus bis zur Extremität der Großen Wasserschlange und zum Kopf des Centauren, ohne dessen Füße und das südliche Kreuz zu erreichen. Eine geringere Anhäufung von Nebeln an dem nördlichen Himmel ist die, welche sich weiter als die vorige in die südliche Hemisphäre erstreckt. Sir John Herschel nennt sie die Nebel-Region der Fische. Sie bildet eine Zone, von der Andromeda, die sie fast ganz erfüllt, gegen Brust und Flügel des Pegasus, gegen das Band, welches die Fische verbindet, den südlichen Pol der Milchstraße und Fomalhaut hin. Einen auffallenden Contrast mit diesen Anhäufungen macht der öde, nebelarme Raum um Perseus, Widder, Stier, Kopf und oberen Leib des Orion; um Fuhrmann, Hercules, Adler und das ganze Sternbild der Leier. [42] Wenn man aus der in dem Werke über die Cap-Beobachtungen mitgetheilten Uebersicht aller Nebelflecke und Sternhaufen des nördlichen Catalogs (von Slough), nach einzelnen Stunden der Rectascension vertheilt, 6 Gruppen von je 4 Stunden zusammenzieht, so erhält man:

RA.	0^h	— 4^h	311
	4	— 8	179
	8	— 12	606
	12	— 16	850
	16	— 20	121
	20	— 0	239.

In der sorgfältigeren Scheidung nach nördlicher und südlicher Declination findet man, daß in den 6 Stunden Rectascension von 9^h — 15^h in der nördlichen Hemisphäre allein 1111 Nebelflecke und Sternhaufen zusammengehäuft sind [43], nämlich:

von	9^h	— 10^h	90
	10	— 11	150
	11	— 12	251
	12	— 13	309
	13	— 14	181
	14	— 15	130.

Das eigentliche nördliche Maximum liegt alſo zwiſchen [redacted] 2^h und 13^h, dem nördlichen Pole der Milchſtraße ſehr na[redacted]he. Weiterhin zwiſchen 15^h und 16^h gegen den Hercules zu [redacted] iſt die Verminderung ſo plötzlich, daß auf die Zahl 130 unm[redacted]it-telbar 40 folgt.

In der ſüdlichen Hemiſphäre iſt nicht bloß eine geringe[redacted]re Anzahl von Nebelflecken, ſondern auch eine weit gleichförm[redacted]mi-gere Vertheilung erkannt worden. Nebelleere Räume wechſel[redacted]-ln dort häufig mit ſporadiſchen Nebeln; eine eigentliche local[redacted]le Anhäufung, und zwar eine noch gedrängtere als in der Nebel[redacted]l-Region der Jungfrau am nördlichen Himmel, finde[redacted]et man nur in der Großen Magellaniſchen Wolke, welch[redacted]e allein an 300 Nebelflecke enthält. Die Gegend zunächſt de[redacted]n Polen iſt in beiden Hemiſphären nebelarm, und bis 15° [redacted]o Polar-Diſtanz iſt ſie um den ſüdlichen Pol im Verhältni[redacted]s von 7 zu 4 noch ärmer als um den nördlichen Pol. De[redacted]r jetzige Nordpol hat einen kleinen Nebelfleck, welcher nur [redacted]5 Minuten von ihm entfernt liegt; ein ähnlicher, den Sir Joh[redacted]n Herſchel mit Recht »Nebula Polarissima Australis« nenn[redacted]nt (No. 3176 ſeines Cap-Catalogs; RA. 9^h 27′ 56″, N. P. [redacted]. 179^0 34′ 14″), ſteht noch 25 Minuten vom Südpole a[redacted]b. Dieſe Stern-Oedigkeit des Südpols, der Mang[redacted]el eines dem unbewaffneten Auge ſichtbaren Polarſterns, w[redacted]ar ſchon der Gegenſtand bitterer Klagen von Amerigo Veſpu[redacted]ci

und Vicente Yañez Pinzon, als ſie am Ende des 15ten Jahrhunderts weit über den Aequator bis zum Vorgebirge San Auguſtin vordrangen, und als der Erſtere ſogar die irrige Meinung ausſprach, daß die ſchöne Stelle des Dante: »Io mi volsi a man destra e posi mente .....«, wie die vier Sterne »non viste mai fuor ch'alla prima gente«, ſich auf antarctiſche Polarſterne bezögen.[44]

Wir haben bisher die Nebel in Hinſicht auf ihre Zahl und ihre Vertheilung an der Himmelsdecke, an dem, was wir das Firmament nennen, betrachtet: eine ſcheinbare Vertheilung, welche man nicht mit der wirklichen in den Welträumen verwechſeln muß. Von dieſer Unterſuchung gehen wir nun zu der wunderſamen Verſchiedenheit ihrer individuellen Geſtaltung über. Dieſe iſt bald regelmäßig (kugelförmig, elliptiſch in verſchiedenen Graden, ringförmig, planetariſch, oder gleich einer Photoſphäre einen Stern umgebend); bald unregelmäßig, und ſo ſchwer zu claſſificiren wie die geballten Waſſernebel unſeres Luftkreiſes, die Wolken. Als Normal-Geſtalt[45] der Nebelflecke am Firmament wird die elliptiſche (ſphäroidiſche) genannt: die, bei derſelben Stärke des Fernrohrs, wenn ſie in die kugelförmige übergeht, ſich am leichteſten in einen Sternhaufen verwandelt; wenn ſie dagegen ſehr abgeplattet, nach einer Dimenſion verlängert und ſcheibenförmig erſcheint, um ſo ſchwerer[46] auflöslich wird. Allmälige Uebergänge der Geſtalten vom Runden zum länglich Elliptiſchen und Pfriemförmigen (Philos. Transact. 1833 p. 494 Pl. IX fig. 19—24) ſind mehrfach am Himmel aufzufinden. Die Verdichtung des milchigen Nebels iſt ſtets gegen ein Centrum, bisweilen ſelbſt nach mehreren Centralpunkten (Kernen)

zugleich gerichtet. Nur in der Abtheilung der runden oder ovalen Nebel kennt man Doppelnebel, bei denen, da keine relative Bewegung unter den Individuen bemerkbar wird (weil ſie fehlt oder außerordentlich langſam iſt), das Criterium mangelt, durch welches eine gegenſeitige Beziehung zu einander erwieſen werden kann, wie bei Sonderung der phyſiſchen von den bloß optiſchen Doppelſternen. (Abbildungen von Doppelnebeln findet man in den Philos. Transact. for the year 1833 fig. 68—71. Vergl. auch Herſchel, Outlines of Astr. § 878, Observ. at the Cape of Good Hope § 120.)

Ringförmige Nebel gehören zu den ſeltenſten Erſcheinungen. Man kennt deren in der nördlichen Hemiſphäre jetzt nach Lord Roſſe ſieben. Der berühmteſte der Nebelringe liegt zwiſchen β und γ Lyrae (No. 57 Meſſier, No. 3023 des Catalogs von Sir John Herſchel), und iſt 1779 von Darquier in Toulouſe entdeckt, als der von Bode aufgefundene Comet in ſeine Nähe kam. Er iſt faſt von der ſcheinbaren Größe der Jupitersſcheibe, und elliptiſch im Verhältniß ſeiner Durchmeſſer wie 4 zu 5. Das Innere des Ringes iſt keineswegs ſchwarz, ſondern etwas erleuchtet. Schon Sir William Herſchel hatte einige Sterne im Ringe erkannt, Lord Roſſe und Bond haben ihn ganz aufgelöſt. [47] Vollkommen ſchwarz in der Höhlung des Ringes ſind dagegen die ſchönen Nebelringe der ſüdlichen Hemiſphäre No. 3680 und 3686. Der letztere iſt dazu nicht elliptiſch, ſondern vollkommen rund; [48] alle ſind wahrſcheinlich ringförmige Sternhaufen. Mit der zunehmenden Mächtigkeit optiſcher Mittel erſcheinen übrigens im allgemeinen ſowohl elliptiſche als ringförmige Nebelflecke in ihren Umriſſen weniger abgeſchloſſen. In dem Rieſenfernrohr des Lord Roſſe zeigt ſich ſogar

der Ring der Leier wie eine einfache Ellipſe mit ſonderbar divergirenden, fadenförmigen Nebel-Anſätzen. Beſonders auffallend iſt die Umformung eines für ſchwächere Fernröhre einfach elliptiſchen Nebelfleckes in Lord Roſſe's Krebs-Nebel (Crab-Nebula).

Weniger ſelten als Ringnebel, aber doch nach Sir John Herſchel nur 25 an Zahl, von denen faſt $^3/_4$ in der ſüdlichen Hemiſphäre liegen, ſind die ſogenannten planetariſchen Nebelflecke, welche zuerſt Herſchel der Vater entdeckt hat und welche zu den wunderſamſten Erſcheinungen des Himmels gehören. Sie haben die auffallendſte Aehnlichkeit mit Planetenſcheiben. Der größere Theil iſt rund oder etwas oval; bald ſcharf begrenzt, bald verwaſchen und dunſtig an den Rändern. Die Scheiben vieler haben ein ſehr gleichförmiges Licht, andere ſind wie geſprenkelt oder ſchwach gefleckt (mottled or of a peculiar texture, as if curdled). Man ſieht nie Spuren einer Verdichtung gegen das Centrum. Fünf planetariſche Nebelflecke hat Lord Roſſe als Ringnebel erkannt, mit 1 oder 2 Centralſternen. Der größte planetariſche Nebelfleck liegt im Großen Bären (unfern β Ursae maj.), und wurde von Méchain 1781 entdeckt. Der Durchmeſſer der Scheibe [49] iſt 2′ 40″. Der planetariſche Nebel im ſüdlichen Kreuz (No. 3365, Capreiſe p. 100) hat bei einer Scheibe von kaum 12″ Durchmeſſer doch die Helligkeit eines Sterns 6.7ter Größe. Sein Licht iſt indigoblau; und eine ſolche bei Nebelflecken merkwürdige Färbung findet ſich auch bei drei anderen Gegenſtänden derſelben Form, in denen jedoch das Blau eine geringere Intenſität hat. [50] Die blaue Färbung einiger planetariſchen Nebel ſpricht gar nicht gegen die Möglichkeit, daß ſie aus kleinen Sternen zuſammengeſetzt ſind;

denn wir kennen blaue Sterne nicht bloß in beiden Theilen eines Doppelſternpaars, ſondern auch ganz blaue Sternhaufen, oder ſolche, die mit rothen und gelben Sternchen vermiſcht ſind.[51]

Die Frage: ob die planetariſchen Nebelflecke ſehr ferne Nebelſterne ſind, in denen der Unterſchied zwiſchen einem erleuchtenden Centralſterne und der ihn umgebenden Dunſthülle für unſer teleſcopiſches Sehen verſchwindet; habe ich ſchon in dem Anfange des Naturgemäldes berührt.[52] Möchte durch Lord Roſſe's Rieſenteleſcop doch endlich die Natur ſo wunderbarer planetariſcher Dunſtſcheiben erforſcht werden! Wenn es ſchon ſo ſchwierig iſt ſich von den verwickelten dynamiſchen Bedingungen einen klaren Begriff zu machen, unter denen in einem kugelrunden oder ſphäroidiſch abgeplatteten Sternhaufen die rotirenden, zuſammengedrängten und gegen das Centrum hin ſpecifiſch dichteren Sonnen (Fixſterne) ein Syſtem des Gleichgewichts bilden[53]; ſo nimmt dieſe Schwierigkeit noch mehr in denjenigen kreisrunden, wohlumgrenzten, planetariſchen Nebelſcheiben zu, welche eine ganz gleichförmige, im Centrum gar nicht verſtärkte Helligkeit zeigen. Ein ſolcher Zuſtand iſt mit der Kugelform (mit dem Aggregat-Zuſtande vieler tauſend Sternchen) weniger als mit der Idee einer gasförmigen Photoſphäre zu vereinigen, die man in unſerer Sonne mit einer dünnen, undurchſichtigen oder doch ſehr ſchwach erleuchteten Dunſtſchicht bedeckt glaubt. Scheint das Licht in der planetariſchen Nebelſcheibe nur darum ſo gleichförmig verbreitet, weil wegen großer Ferne der Unterſchied zwiſchen Centrum und Rand verſchwindet?

Die vierte und letzte Formgattung der regelmäßigen Nebel ſind William Herſchel's Nebelſterne (Nebulous Stars) d. i. wirkliche Sterne, mit einem milchigen Nebel umgeben

welcher sehr wahrscheinlich in Beziehung zu dem Centralsterne steht und von diesem abhängt. Ob der Nebel, welcher nach Lord Rosse und Mr. Stoney bei einigen ganz ringförmig erscheint (Phil. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII fig. 15 and 16), selbstleuchtend ist und eine Photosphäre wie bei unserer Sonne bildet, ob er (was wohl weniger wahrscheinlich) von der Centralsonne bloß erleuchtet wird: darüber herrschen sehr verschiedenartige Meinungen. Derham und gewissermaßen auch Lacaille, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung viele Nebelsterne aufgefunden, glaubten, daß die Sterne weit vor den Nebeln ständen und sich auf diese projicirten. Mairan scheint zuerst (1731) die Ansicht ausgesprochen zu haben, daß die Nebelsterne von einer Licht-Atmosphäre umgeben seien, die ihnen angehöre.[54] Man findet selbst größere Sterne (z. B. 7ter Größe, wie in No. 675 des Cat. von 1833), deren Photosphäre einen Durchmesser von 2 bis 3 Minuten hat.[55]

Eine Classe von Nebelflecken, welche von der bisher beschriebenen, sogenannten regelmäßigen und immer wenigstens schwach begrenzten gänzlich abweicht, sind die großen Nebelmassen von unregelmäßiger Gestaltung. Sie zeichnen sich durch die verschiedenartigsten unsymmetrischen Formen mit unbestimmten Umrissen und verwaschenen Rändern aus. Es sind räthselhafte Naturerscheinungen sui generis, die hauptsächlich zu den Meinungen von der Existenz kosmischen Gewölbes und selbstleuchtender Nebel, welche in den Himmelsräumen zerstreut und dem Substratum des Thierkreislichtes ähnlich seien, Anlaß gegeben haben. Einen auffallenden Contrast bieten solche irreguläre Nebel dar, die mehrere Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedecken, mit der kleinsten aller regulären, isolirten und ovalen Nebelscheiben,

welche die Lichtstärke eines teleſcopiſchen Sterns 14ter Größe hat, und zwiſchen dem Altar und dem Paradiesvogel in der ſüdlichen Hemiſphäre liegt.[56] Nicht zwei von den unſymmetriſchen, diffuſen Nebelmaſſen gleichen einander;[57] aber, ſetzt nach vieljähriger Beobachtung Sir John Herſchel hinzu, „was man in allen erkennt und was ihnen einen ganz eigenthümlichen Charakter giebt, iſt, daß alle in oder ſehr nahe den Rändern der Milchſtraße liegen, ja als Ausläufer von ihr betrachtet werden können". Dagegen ſind die regelmäßig geſtalteten, meiſt wohlumgrenzten, kleinen Nebelflecke theils über den ganzen Himmel zerſtreut, theils zuſammengedrängt fern von der Milchſtraße in eigenen Regionen: in der nördlichen Hemiſphäre in den Regionen der Jungfrau und der Fiſche. Sehr entfernt von dem ſichtbaren Rande der Milchſtraße (volle 15^0–$\bar{0}^0$) liegt allerdings die große irreguläre Nebelmaſſe im Schwerdt des Orion; doch aber gehört auch ſie vielleicht der Verlängerung des Zweiges der Milchſtraße an, welcher von α und ε des Perſeus ſich gegen Aldebaran und die Hyaden zu verlieren ſcheint und deſſen wir ſchon oben (Kosmos Bd. III. S. 185) erwähnt haben. Die ſchönſten Sterne, welche der Conſtellation Orion des Orion ihre alte Berühmtheit gegeben, werden ohnedies zu der Zone ſehr großer und wahrſcheinlich uns naher Geſtirne gerechnet, deren verlängerte Richtung ein durch ε Orionis und α Crucis gelegter größter Kreis in der ſüdlichen Milchſtraße bezeichnet.[58]

Eine früher weit verbreitete[59] Meinung von einer Milchſtraße der Nebelflecke, welche die Milchſtraße der Sterne ohngefähr rechtwinklig ſchneide, iſt durch neuere und genauere Beobachtungen über Verbreitung der ſymmetriſchen Nebelflecke am Himmelsgewölbe keineswegs[60] beſtätigt worden.

es giebt allerdings, wie eben erinnert worden iſt, ſehr große Anhäufungen an dem nördlichen Pole der Milchſtraße, auch eine anſehnliche Fülle bei den Fiſchen am ſüdlichen Pole; aber eine Zone, welche dieſe Pole mit einander verbände und durch Nebelflecke bezeichnet würde, kann der vielen Unterbrechungen wegen nicht als ein größter Zirkel aufgefunden werden. William Herſchel hatte 1784, am Schluſſe der erſten Abhandlung über den Bau des Himmels, dieſe Anſicht auch nur mit der, den Zweifel nicht ausſchließenden Vorſicht entwickelt, welche eines ſolchen Forſchers würdig war.

Von den unregelmäßigen oder vielmehr unſymmetriſchen Nebeln ſind einige (im Schwerdt des Orion, bei η Argûs, im Schützen und im Schwan) merkwürdig durch ihre außerordentliche Größe, andere (No. 27 und 51 des Verzeichniſſes von Meſſier) durch ihre beſondere Geſtalt.

Was den großen Nebelfleck im Schwerdte des Orion betrifft, ſo iſt ſchon früher bemerkt worden, daß Galilei, der ſich ſo viel mit den Sternen zwiſchen dem Gürtel und dem Schwerdt des Orion beſchäftigt [61], ja eine Karte dieſer Gegend entworfen hat, nie deſſelben erwähnt. Was er Nebulosa Orionis nennt und neben Nebulosa Praesepe abbildet, erklärt er ausdrücklich für eine Anhäufung kleiner Sterne stellarum constipatarum) im Kopfe des Orion. In der Zeichnung, die in dem Sidereus Nuncius § 20 von dem Gürtel bis zum Anfang des rechten Schenkels (α Orionis) reicht, erkenne ich über dem Stern ε den vielfachen Stern θ. Die Vergrößerungen, welche Galilei anwandte, erhoben ſich von der achtmaligen nur zur dreißigmaligen. Da der Nebel im Schwerdte nicht iſolirt ſteht, ſondern in unvollkommenen Fernröhren oder bei trüber Luft eine Art Hof um den Stern θ

bildet, so möchte dem großen Florentiner Beobachter desha[illegible] seine individuelle Existenz und seine Gestaltung entgange[illegible] sein. Es war derselbe ohnedies wenig zur Annahme vo[illegible] Nebeln geneigt.[62] Erst 14 Jahre nach Galilei's Tode, im Jahr 1656, entdeckte Huygens den großen Orions-Nebel; er gab eine rohe Abbildung desselben in dem Systema Saturnium, das 1659 erschien. „Als ich", sagt der große Mann, „durch einen Refractor von 23 Fuß Focallänge die veränderlichen Streifen des Jupiter, einen dunklen Centralgürtel im Mars und einige schwache Phasen des Planeten beobachtete; ist mir in den Fixsternen eine Erscheinung vorgekommen, welche meines Wissens bisher noch von Niemand beobachtet worden ist und nur durch solche große Fernröhre genau erkannt werden kann, als ich anwende. Im Schwerdte des Orions werden von den Astronomen drei Sterne aufgezählt, die sehr nahe an einander liegen. Als ich nun zufällig im Jahr 1656 den mittleren dieser Sterne durch mein Fernrohr betrachtete, zeigten sich mir statt eines einzelnen Sternes zwölf, was (bei Fernröhren) allerdings nichts seltenes ist. Von diesen waren (wieder) drei fast einander berührend, und andere vier leuchteten wie durch einen Nebel: so daß der Raum um sie her, gestaltet, wie er in der beigefügten Figur gezeichnet ist, viel heller erschien als der übrige Himmel. Dieser war gerade sehr heiter und zeigte sich ganz schwarz; es war daher die Erscheinung, als gebe es hier eine Oeffnung (hiatus), eine Unterbrechung. Alles dies sah ich bis auf den heutigen Tag, mehrmals und in derselben Gestalt unverändert: also, daß dies Wunderwesen, was es auch sein möge, dort seinen Sitz wahrscheinlich für immer hat. Etwas ähnliches habe ich bei den übrigen Fixsternen nie gesehen." (Der

54 Jahre früher von Simon Marius beſchriebene Nebelfleck der Andromeda war ihm alſo unbekannt oder hatte ihm wenig Intereſſe erregt!) „Was man ſonſt für Nebel hielt", ſetzt Huygens hinzu, „ſelbſt die Milchſtraße, durch Fernröhre betrachtet, zeigen nichts nebelartiges, und ſind nichts anderes als eine in Haufen zuſammengedrängte Vielzahl von Sternen." [63] Die Lebhaftigkeit dieſer erſten Beſchreibung zeugt von der Friſche und Größe des Eindrucks; aber welch ein Abſtand von dieſer erſten Abbildung aus der Mitte des 17ten Jahrhunderts und den, etwas weniger unvollkommenen von Picard, Le Gentil und Meſſier bis zu den herrlichen Zeichnungen von Sir John Herſchel (1837) und William Cranch Bond (1848), dem Director der Sternwarte zu Cambridge in den V. St. von Nordamerika! [64]

Der erſte unter den zwei zuletzt genannten Aſtronomen hat den großen Vorzug [65] gehabt den Orions-Nebel ſeit 1834 am Vorgebirge der guten Hoffnung in einer Höhe von 60° und mit einem zwanzigfüßigen Reflector zu beobachten und ſeine frühere [66] Abbildung von 1824 — 1826 noch zu vervollkommnen. In der Nähe von θ Orionis wurde die Poſition von 150 Sternen, meiſt 15ter bis 18ter Größe, beſtimmt. Das berühmte Trapez, das nicht von Nebel umgeben iſt, wird von vier Sternen 4^m, 6^m, 7^m und 8^m gebildet. Der 4te Stern ward (1666?) von Dominicus Caſſini in Bologna [67] entdeckt; der 5te (γ') im Jahr 1826 von Struve; der 6te, welcher 13ter Größe iſt (α'), im Jahr 1832 von Sir John Herſchel. Der Director der Sternwarte des Collegio Romano, de Vico, hat angekündigt, im Anfange des Jahres 1839 durch ſeinen großen Refractor von Cauchoix innerhalb des Trapezes ſelbſt noch drei andere Sterne aufgefunden zu haben. Sie ſind

von Herſchel dem Sohne und von William Bond nicht geſe[illegible]en worden. Der Theil des Nebels, welcher dem faſt unneblig[illegible]en Trapez am nächſten liegt und gleichſam den vorderen Theil d[illegible]es Kopfes, über dem Rachen, die Regio Huygeniana, bildet; iſt fleckig, von körniger Textur, und durch das Rieſenteleſcop d[illegible]es Earl of Roſſe wie in dem großen Refractor von Cambridge [illegible]in den Vereinigten Staaten von Nordamerika in Sternhaufen a[illegible]f-gelöſt[68]. Unter den genauen neuen Beobachtern haben a[illegible]ch Lamont in München, Cooper und Laſſell in England vi[illegible]le Poſitionen kleiner Sterne beſtimmt; der Erſtere hat e[illegible]ne 1200malige Vergrößerung angewandt. Von Veränderung[illegible]en in dem relativen Glanze und den Umriſſen des großen Orio[illegible]s-Nebels glaubte Sir William Herſchel ſich durch Vergleichu[illegible]ng ſeiner eigenen, mit denſelben Inſtrumenten angeſtellten Be[illegible]b-achtungen von 1783—1811 überzeugt zu haben.[69] Bouillo[illegible]ud und Le Gentil hatten eben dies vom Nebel der Androm[illegible]da behauptet. Die gründlichen Unterſuchungen von Herſchel d[illegible]em Sohne machen dieſe, für erwieſen gehaltenen, kosmiſchen Ve[illegible]r-änderungen auf das wenigſte überaus zweifelhaft.

Großer Nebelfleck um η Argûs. — Es liegt derſe[illegible]be in der, durch ihren prachtvollen Lichtglanz ſo ausgezeichne[illegible]en Region der Milchſtraße, welche ſich von den Füßen des Cent[illegible]ur durch das ſüdliche Kreuz nach dem mittleren Theile des Sch[illegible]if-fes hinzieht. Das Licht, welches dieſe Region ausgießt, iſt ſo außerordentlich, daß ein genauer, in der Tropenwelt [illegible]on Indien heimiſcher Beobachter, der Capitän Jacob, ganz [illegible]mit meiner vierjährigen Erfahrung übereinſtimmend, bemerkt: [illegible]an werde, ohne die Augen auf den Himmel zu richten, d[illegible]ch eine plötzliche Zunahme der Erleuchtung an den Aufg[illegible]ng des Kreuzes und der daſſelbe begleitenden Zone erinnert.[70]

Der Nebelfleck, in deſſen Mitte der durch ſeine Intenſitäts-Veränderungen ſo berühmt gewordene[71] Stern η Argûs liegt, bedeckt über $^4/_7$ eines Quadratgrades der Himmelsdecke. Der Nebel ſelbſt, in viele unförmliche Maſſen vertheilt, die von ungleicher Lichtſtärke ſind, zeigt nirgends das geſprenkelte, körnige Anſehen, welches die Auflöſung ahnden läßt. Er umſchließt ein ſonderbar geformtes, leeres, mit einem ſehr ſchwachen Lichtſchein bedecktes, ausgeſchweiftes Lemniscat-Oval. Eine ſchöne Abbildung der ganzen Erſcheinung, die Frucht von zweimonatlichen Meſſungen, findet ſich in den Cap-Beobachtungen von Sir John Herſchel.[72] Dieſer hat in dem Nebelfleck von η Argûs nicht weniger als 1216 Poſitionen von Sternen, meiſt 14^m bis 16^m, beſtimmt. Die Reihenfolge derſelben erſtreckt ſich noch weit außerhalb des Nebels in die Milchſtraße hinein, wo ſie ſich auf den ſchwärzeſten Himmelsgrund projiciren und von ihm abheben. Sie ſtehen daher wohl in keiner Beziehung zu dem Nebel ſelbſt und liegen wahrſcheinlich weit vor ihm. Die ganze benachbarte Gegend der Milchſtraße iſt übrigens ſo reich an Sternen (nicht Sternhaufen), daß zwiſchen RA. 9^h 50′ und 11^h 34′ durch den teleſcopiſchen Aich-Proceß (star-gauges) für einen jeden mittleren Quadratgrad 3138 Sterne gefunden worden ſind. Dieſe Sternmenge ſteigt ſogar bis 5093 in den Aichungen (sweeps) für RA. 11^h 24′; das ſind für einen Quadratgrad Himmelsgewölbe mehr Sterne, als dem unbewaffneten Auge am Horizont von Paris oder Alexandrien Sterne 1ter bis 6ter Größe ſichtbar werden.[73]

Der Nebelfleck im Schützen. — Er iſt von beträchtlicher Größe, wie aus vier einzelnen Maſſen zuſammengeſetzt (RA. 17^h 53′, N.P.D. 114^0 21′), deren eine

wiederum dreitheilig iſt. Alle ſind durch nebelfreie Stellen unterbrochen, und das Ganze war ſchon von Meſſier unvollkommen geſehen.[74]

Die Nebelflecke im Schwan: — mehrere irregulär[illegible] Maſſen, von denen eine einen ſehr ſchmalen, getheilten Stran[illegible] bildet, welcher durch den Doppelſtern η Cygni geht. De[illegible] Zuſammenhang der ſo ungleichen Nebelmaſſen durch ein ſo[illegible] derbares zellenartiges Gewebe hat zuerſt Maſon erkannt.[75]

Der Nebelfleck im Fuchſe: — von Meſſier unvo[illegible] kommen geſehen, No. 27 ſeines Verzeichniſſes; aufgefund[illegible] bei Gelegenheit der Beobachtung des Bode'ſchen Cometen v[illegible] 1779. Die genaue Beſtimmung der Poſition (RA. 19^{h} 5[illegible], N. P. D. 67° 43′) und die erſte Abbildung ſind von [illegible] ir John Herſchel. Es erhielt der Nebelfleck, der eine nicht u[illegible] regelmäßige Geſtalt hat, zuerſt den Namen Dumb-bell, [illegible] ei Anwendung eines Reflectors mit 18zölliger Oeffnung (Ph[illegible] ā- los. Transact. for 1833 No. 2060 fig. 26; Outlin[illegible] s § 881). Die Aehnlichkeit mit den Dumb-bells (eiſern[illegible], bleigefüllten, lederüberzogenen Kolben, zu beiden Seiten kug[illegible] l- förmig endigend, deren man ſich in England zur Stärku[illegible] g der Muskeln gymnaſtiſch bedient) iſt in einem Reflector v[illegible] n Lord Roſſe[76] mit dreifüßiger Oeffnung verſchwunden (ſ. deſ[illegible] n wichtige neueſte Abbildung, Philos. Transact. for 18[illegible]0 Pl. XXXVIII fig. 17). Die Auflöſung in zahlreiche Ste[illegible]ne gelang ebenfalls, aber die Sterne blieben mit Nebel gemiſ[illegible]t.

Der Spiral-Nebelfleck im nördl. Jagdhun[illegible]e. — Er wurde von Meſſier aufgefunden am 13 October 17[illegible]3 (bei Gelegenheit des von ihm entdeckten Cometen) am lin[illegible]en Ohre des Aſterion, ſehr nahe bei η (Benetnaſch) am Schw[illegible]nz des Großen Bären (No. 51 Meſſier, und No. 1622 [illegible]es

großen Verzeichniſſes in den Philos. Transact. 1833 p. 496 fig. 25); eine der merkwürdigſten Erſcheinungen am Firmamente, ſowohl wegen der wunderſamen Geſtaltung des Nebels, als wegen der unerwarteten, formumwandelnden Wirkung, welche der 6füßige Spiegel des Lord Roſſe auf ihn ausgeübt hat. In dem 18zölligen Spiegelteleſcop von Sir John Herſchel zeigte ſich der Nebelfleck kugelrund, von einem weit abſtehenden Ringe umgeben, ſo daß er gleichſam ein Bild unſerer Sternſchicht und ihres Milchſtraßen-Ringes darſtellte.[77] Das große Teleſcop von Parſonstown verwandelte aber im Frühjahr 1845 das Ganze in ein ſchneckenartig gewundenes Tau, in eine leuchtende Spira, deren Windungen uneben erſcheinen, und an beiden Extremen, im Centrum und auswärts, in dichte, körnige, kugelrunde Knoten auslaufen. Dr. Nichol hat eine Abbildung dieſes Gegenſtandes (dieſelbe, welche Lord Roſſe der Gelehrten-Verſammlung in Cambridge 1845 vorlegte) bekannt gemacht.[78] Die vollkommenſte iſt aber die von Mr. Johnſtone Stoney, Philos. Transact. 1850 Part 1. Pl. XXXV fig. 1. Ganz ähnliche Spiralform haben No. 99 Meſſier, mit einem einzigen Central-Nucleus, und andere nördliche Nebel.

Es bleibt noch übrig ausführlicher, als es in dem allgemeinen Naturgemälde[79] hat geſchehen können, von einem Gegenſtande zu reden, welcher in der Welt der Geſtaltungen, die das geſammte Firmament darbietet, einzig iſt, ja, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, die landſchaftliche Anmuth der ſüdlichen Himmelsgefilde erhöht. Die beiden Magellaniſchen Wolken, welche wahrſcheinlich zuerſt von portugieſiſchen, dann von holländiſchen und däniſchen Piloten Cap-Wolken genannt wurden[80], feſſeln, wie ich aus eigener

Erfahrung weiß, durch ihren Lichtglanz, ihre ſie individua[illegible]i-
ſirende Iſolirtheit, ihr gemeinſames Kreiſen um den Südp[illegible]l,
doch in ungleichen Abſtänden, auf das lebhafteſte die Aufme[illegible]k-
ſamkeit des Reiſenden. Daß diejenige Benennung, welche ſi[illegible]ch
auf Magellan's Weltumſeg!ung bezieht, nicht die ältere ſei, wi[illegible]rd
durch die ausdrückliche Erwähnung und Beſchreibung der kr[illegible]ei-
ſenden Lichtwolken von dem Florentiner Andrea Corſali[illegible]in
der Reiſe nach Cochin und von dem Secretär Ferdinands d[illegible]es
Catholiſchen, Petrus Martyr de Anghiera, in ſeinem We[illegible]rke
de rebus Oceanicis et Orbe novo (Dec. I lib. [illegible]X
p. 96) widerlegt.[81] Die hier bezeichneten Angaben ſind be[illegible]de
vom Jahr 1515: während Pigafetta, der Begleiter Magellan[illegible]s,
in ſeinem Reiſejournale der nebbiette nicht eher als im [illegible]Ja-
nuar 1521 gedenkt, wo das Schiff Victoria aus der pa[illegible]ta-
goniſchen Meerenge in die Südſee gelangte. Der ſehr a[illegible]lte
Name Cap-Wolken iſt übrigens nicht durch die Nä[illegible]he
der, noch ſüdlicheren Conſtellation des Tafelberges e[illegible]nt-
ſtanden, da letztere erſt von Lacaille eingeführt worden [illegible]iſt.
Die Benennung könnte eher eine Beziehung haben auf d[illegible]en
wirklichen Tafelberg und auf die, lange von den Seeleu[illegible]ten
gefürchtete, ſturmverkündende Erſcheinung einer kleinen Wo[illegible]lke
auf ſeinem Gipfel. Wir werden bald ſehen, daß die bei[illegible]den
Nubeculae, in der ſüdlichen Hemiſphäre lange bemerkt, a[illegible]ber
namenlos geblieben, mit Ausdehnung der Schifffahrt und [illegible]zu-
nehmender Belebtheit gewiſſer Handelsſtraßen Benennung[illegible]en
erhielten, welche durch dieſe Handelsſtraßen ſelbſt veranl[illegible]aßt
wurden.

Die frequente Beſchiffung des indiſchen Meeres, welch[illegible]es
das öſtliche Afrika beſpült, hat am früheſten, beſonders [illegible]ſeit
der Zeit der Lagiden und der Monſun-Fahrten, Seefah[illegible]rer

mit den dem antarctiſchen Pole nahen Geſtirnen bekannt gemacht. Bei den Arabern findet man, wie bereits oben erwähnt worden iſt, ſchon in der Mitte des zehnten Jahrhunderts einen Namen für die größere der Magellaniſchen Wolken. Sie iſt, wie Ideler aufgefunden, identiſch mit dem (weißen) Ochſen, el-bakar, des berühmten Aſtronomen, Derwiſch Abdurrahman Sufi aus Rai, einer Stadt des perſiſchen Irak. Es ſagt derſelbe in der Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, die er am Hofe der Sultane aus der Dynaſtie der Buyiden anfertigte: „unter den Füßen des Suhel (es iſt hier ausdrücklich der Suhel des Ptolemäus, alſo Canopus, gemeint, wenn gleich die arabiſchen Aſtronomen auch mehrere andere große Sterne des Schiffes, el-ſefina, Suhel nannten) ſteht ein weißer Fleck, den man weder in Irak (in der Gegend von Bagdad) noch im Redſchd (Nedjed), dem nördlicheren und gebirgigeren Arabien, ſieht, wohl aber in der ſüdlichen Tehama zwiſchen Mekka und der Spitze von Yemen, längs der Küſte des rothen Meeres.“ [82] Die relative Poſition des weißen Ochſen zum Canopus iſt hier für das unbewaffnete Auge genau genug angegeben; denn die Rectaſcenſion von Canopus iſt $6^h\ 20'$, und der öſtliche Rand der Großen Magellaniſchen Wolke hat die Rectaſcenſion $6^h\ 0'$. Die Sichtbarkeit der Nubecula major in nördlichen Breiten hat durch die Präceſſion ſeit dem 10ten Jahrhunderte ſich nicht erheblich ändern können, indem dieſelbe in den nächſt verfloſſenen Jahrtauſenden das Maximum ihrer Entfernung vom Norden erreichte. Wenn man die neue Ortsbeſtimmung der Großen Wolke von Sir John Herſchel annimmt, ſo findet man, daß zur Zeit von Abdurrahman Sufi der Gegenſtand bis 17° nördlicher Breite vollſtändig ſichtbar war; gegenwärtig

ist er es ohngefähr bis 18°. Die südlichen Wolken konnten also gesehen werden im ganzen südwestlichen Arabien, in dem Weihrauchlande von Hadhramaut, wie in Yemen, dem alten Cultursitze von Saba und der früh eingewanderten Joctaniden. Die südlichste Spitze von Arabien bei Aden, an der Straße von Bab-el-Mandeb, hat 12° 45′, Loheia erst 15° 44′ nördlicher Breite. Die Entstehung vieler arabischer Ansiedlungen an der Ostküste von Afrika zwischen den Wendekreisen, nördlich und südlich vom Aequator, trug natürlich auch zur specielleren Kenntniß der südlichen Gestirne bei.

Gebildetere europäische (vor allen catalanische und portugiesische) Piloten besuchten zuerst die Westküste Afrika's jenseits der Linie. Unbezweifelte Documente: die Weltkarte von Marino Sanuto Torsello aus dem Jahre 1306, das genuesische Portulano Mediceo (1351), das Planisferio de la Palatina (1417) und das Mappamondo di Fra Mauro Camaldolese (zwischen 1457 und 1459); beweisen, wie schon 178 Jahre vor der sogenannten ersten Entdeckung des Cabo tormentoso (Vorgebirge der guten Hoffnung), durch Bartholomäus Diaz im Monat Mai 1487, die triangulare Configuration der Süd-Extremität des afrikanischen Continents bekannt war.[83] Die mit Gama's Expedition schnell zunehmende Wichtigkeit eines solchen Handelsweges ist wegen des gemeinsamen Zieles aller west-afrikanischen Reisen die Veranlassung gewesen, daß den beiden südlichen Nebelwolken die Benennung Cap-Wolken von den Piloten, als sonderbarer, auf Capreisen gesehener Himmelserscheinungen, beigelegt wurde.

An der Ostküste von Amerika haben die fortgesetzten Bestrebungen, bis jenseits des Aequators, ja bis an die Südspitze des Continents, vorzudringen, von der Expedition des Alonso

de Hojeda, welchen Amerigo Veſpucci begleitete (1499), bis zu der Expedition von Magellan mit Sebaſtian del Cano (1521) und von Garcia de Loayſa [84] mit Franciſco de Hoces (1525), die Aufmerkſamkeit der Seefahrer ununterbrochen auf die ſüdlichen Geſtirne gerichtet. Nach den Tagebüchern, die wir beſitzen, und nach den hiſtoriſchen Zeugniſſen von Anghiera iſt dies vorzugsweiſe geſchehen bei der Reiſe von Amerigo Veſpucci und Vicente Yañez Pinzon, auf welcher das Vorgebirge San Auguſtin (8° 20′ ſüdl. Br.) entdeckt wurde. Veſpucci rühmt ſich drei Canopen (einen dunklen, Canopo fosco, und zwei Canopi risplendenti) geſehen zu haben. Nach einem Verſuche, welchen Ideler, der ſcharfſinnige Verfaſſer der Werke über die Sternnamen und die Chronologie, gemacht hat, Veſpucci's ſehr verworrene Beſchreibung des ſüdlichen Himmels in dem Briefe an Lorenzo Pierfranceſco de' Medici, von der Parthei der Popolani, zu erläutern, gebrauchte jener das Wort Canopus auf eine eben ſo unbeſtimmte Weiſe als die arabiſchen Aſtronomen das Wort Suhel. Ideler erweiſt: „der Canopo fosco nella via lattea ſei nichts anderes als der ſchwarze Flecken oder Große Kohlenſack im ſüdlichen Kreuze geweſen; und die Poſition von drei Sternen, in denen man α, β und γ der Kleinen Waſſerſchlange (Hydrus) zu erkennen glaubt, mache es höchſt wahrſcheinlich, daß der Canopo risplendente di notabile grandezza (von beträchtlichem Umfange) die Nubecula major, wie der zweite risplendente die Nubecula minor ſei.“ [85] Es bleibt immer ſehr auffallend, daß Veſpucci dieſe am Firmament neu geſehenen Gegenſtände nicht, wie alle anderen Beobachter beim erſten Anblicke gethan, mit Wolken verglichen habe. Man ſollte glauben, eine ſolche Vergleichung biete ſich unwiderſtehlich dar. Petrus Martyr Anghiera, der

eckern persönlich bekannt war und dessen Bri[illegible]fe
ndigen Eindrucke ihrer Erzählungen geschrieb[illegible]n
unverkennbar den milden, aber ungleichen Lic[illegible]t
beculae. Er sagt: »Assecuti sunt Portuga[illegible]
as poli gradum quinquagesimum amplius, u[illegible]i
olum?) circumeuntes *quasdam nubeculas* lic[illegible]t
uti in lactea via sparsos fulgores per univers[illegible]i
m intra ejus spatii latitudinem.« [86] Der glä[illegible]
und die lange Dauer der Magellanischen Weltum[illegible]
m August 1519 bis September 1522), der lang[illegible]
einer zahlreichen Mannschaft unter dem südliche[illegible]
rdunkelte die Erinnerung an alles früher beobachtete[illegible]
Name Magellanischer Wolken verbreitete si[illegible]
schifffahrenden Nationen des Mittelmeeres.

: haben hier in einem einzelnen Beispiele gezeigt, wi[illegible]
eiterung des geographischen Horizonts gegen Sü=
beschauenden Astronomie ein neues Feld geöffnet hat=
loten boten sich unter dem neuen Himmel besonder[illegible]
egenstände der Neugier dar: das Aufsuchen eines süd=
Polarsterns; die Gestalt des südlichen Kreuzes, das senk=
Stellung hat, wenn es durch den Meridian des Beobach=
ortes geht; die Kohlensäcke und die kreisenden Lichtwolken=
lernen aus der in viele Sprachen übersetzten Anwei=
zur Schifffahrt (Arte de Navegar, lib. V cap. 11)
Pedro de Medina, zuerst herausgegeben 1545, daß schon
der ersten Hälfte des 16ten Jahrhunderts Meridianhöhen
Cruzero zu Bestimmung der Breite angewandt wurden.
das bloße Beschauen folgte also schnell das Messen.
e erste Arbeit über Stern=Positionen nahe am antarctischen
ole wurde durch Abstände von bekannten Tychonischen

Sternen der Rudolphiniſchen Tafeln erlangt; ſie gehört, wie ich ſchon früher bemerkt habe [87], dem Petrus Theodori aus Emden und dem Friedrich Houtman aus Holland, welcher um das Jahr 1594 in den indiſchen Meeren ſchiffte, an. Die Reſultate ihrer Meſſungen wurden bald in die Sterncataloge und Himmelsgloben von Blaeuw (1601), Bayer (1603) und Paul Merula (1605) aufgenommen. Das ſind die ſchwachen Anfänge zur Ergründung der Topographie des ſüdlichen Himmels vor Halley (1677), vor den verdienſtvollen aſtronomiſchen Beſtrebungen der Jeſuiten Jean de Fontaney, Richaud und Noël. Es bezeichnen in innigem Zuſammenhange die Geſchichte der Aſtronomie und die Geſchichte der Erdkunde jene denkwürdigen Epochen, in denen (kaum erſt ſeit drittehalbhundert Jahren) das kosmiſche Bild des Firmaments wie das Bild von den Umriſſen der Continente vervollſtändigt werden konnten.

Die Magellaniſchen Wolken, von welchen die größere 42 □° die kleine 10 Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedeckt, laſſen dem bloßen Auge allerdings auf den erſten Anblick denſelben Eindruck, welchen zwei glänzende Theile der Milchſtraße von gleicher Größe machen würden, wenn ſie iſolirt ſtänden. Bei hellem Mondſchein verſchwindet indeß die Kleine Wolke gänzlich, die Große verliert nur beträchtlich von ihrem Lichte. Die Abbildung, welche Sir John Herſchel gegeben hat, iſt vortrefflich und ſtimmt genau mit meinen lebhafteſten peruaniſchen Erinnerungen überein. Der angeſtrengten Arbeit dieſes Beobachters im Jahr 1837 am Vorgebirge der guten Hoffnung verdankt [88] die Aſtronomie die erſte genaue Analyſe eines ſo wunderbaren Aggregats der verſchiedenartigſten Elemente. Er fand einzelne zerſtreute Sterne

ı großer Zahl; Sternſchwärme und kugelförmige Sternhaufe[redacted]n;
ovale reguläre nnd irreguläre Nebelflecke, mehr zuſammeng[redacted]e-
ängt als in der Nebelzone der Jungfrau und des Haup[redacted]t-
aars der Berenice. Die Nubeculas ſind alſo eben weg[redacted]en
leſes complicirten Aggregat-Zuſtandes weder (wie n[redacted]ur
ı oft geſchehen) als außerordentlich große Nebelflecke, no[redacted]ch
ls ſogenannte abgeſonderte Theile der Milchſtraße zu be[redacted]e-
achten. In dieſer gehören runde Sternhaufen und beſon[redacted]-
ers ovale Nebelflecke zu den ſeltneren Erſcheinungen [89]: eine
eine Zone abgerechnet, welche zwiſchen dem Altar und dem
Schwanz des Scorpions liegt.

Die Magellaniſchen Wolken hangen weder unter einan-
er noch mit der Milchſtraße durch einen erkennbaren Nebel-
uft zuſammen. Die Kleine liegt, außer der Nähe des
Sternhaufens im Toucan [90], in einer Art von Sternwüſte;
ie Große in einem minder öden Himmelsraume. Der letzteren
Bau und innere Geſtaltung iſt ſo verwickelt, daß in derſelben
Raſſen (wie No. 2878 des Herſchel'ſchen Verzeichniſſes) ge-
unden werden, welche den Aggregat-Zuſtand und das Bild
er ganzen Wolke genau wiederholen. Des verdienſtvollen
Horner's Vermuthung, als ſeien die Wolken einſt Theile der
Milchſtraße geweſen, in der man gleichſam ihre vormaligen
Stellen erkenne; iſt eine Mythe, und eben ſo ungegründet als
ie Behauptung, daß in ihnen ſeit Lacaille's Zeiten eine Fort-
ewegung, eine Veränderung der Poſition zu bemerken ſei.
Dieſe Poſition iſt wegen Unbeſtimmtheit der Ränder in Fern-
öhren von kleinerer Oeffnung früher unrichtig angegeben
orden; ja Sir John Herſchel erwähnt, daß auf allen Him-
elsgloben und Sternkarten die Kleine Wolke faſt um eine
Stunde in Rectaſcenſion falſch eingetragen wird. Nach ihm

liegt Nubecula minor zwiſchen den Meridianen von 0^h 28′ und 1^h 15′, N. P. D. 162^0 und 165^0; Nubecula major RA. 4^h 40′ — 6^h 0′ und N. P. D. 156^0 — 162^0. Von Sternen, Nebelflecken und Clusters hat er in der erſteren nicht weniger als 919, in der letzteren 244 nach Geradaufſteigung und Abweichung verzeichnet. Um die drei Claſſen von Gegenſtänden zu trennen, habe ich in dem Verzeichniß gezählt:

in Nub. major	582 Sterne,	291 Nebelflecke,	46 Sternhaufen;
in Nub. minor	200 „	37 „	7 „

Die geringere Zahl der Nebel in der Kleinen Wolke iſt auffallend. Das Verhältniß derſelben zu den Nebeln der Großen Wolke iſt wie 1 : 8, während das Verhältniß der iſolirten Sterne ſich ohngefähr wie 1 : 3 ergiebt. Dieſe verzeichneten Sterne, faſt 800 an der Zahl, ſind meiſtentheils 7ter und 8ter Größe, einige 9ter bis 10ter. Mitten in der Großen Wolke liegt ein ſchon von Lacaille erwähnter Nebelfleck, 30 Doradûs Bode (No. 2941 von John Herſchel), von einer Geſtalt, welcher keine andere am Himmel gleich kommen ſoll. Es nimmt dieſer Nebelfleck kaum $1/500$ der Area der ganzen Wolke ein; und doch hat Sir John Herſchel die Poſition von 105 Sternen 14ter bis 16ter Größe in dieſem Raume beſtimmt: Sternen, die ſich auf den ganz unaufgelöſten, gleichförmig ſchimmernden, nicht ſcheckigen Nebel projiciren. [91]

Den Magellaniſchen Lichtwolken gegenüber kreiſen um den Südpol in größerem Abſtande die Schwarzen Flecken, welche früh, am Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts, die Aufmerkſamkeit portugieſiſcher und ſpaniſcher Piloten auf ſich gezogen haben. Sie ſind wahrſcheinlich, wie ſchon geſagt, unter den drei Canopen, deren Amerigo

Veſpucci in ſeiner dritten Reiſe erwähnt, der Canopo fosco. Die erſte ſichere Andeutung der Flecken finde ich in der 1ten Decade von Anghiera's Werke de rebus Oceanicis (Dec. I. lib. 9. ed. 1533 p. 20, b). „Interrogati a me nautae qui Vicentium Agnem Pinzonum fuerant comitati (1499), an antarcticum viderint polum: stellam se nullam huic arcti cae similem, quae discerni circa punctum (polum?) possit, cognovisse inquiunt. Stellarum tamen aliam, ajunt, se prospexisse faciem densamque quandam ab horizonte vaporosam caliginem, quae oculos fere obtenebraret." Das Wort stella wird hier wie ein himmliſches Gebilde genommen; und die Erzählenden mögen ſich freilich wohl nicht ſehr deutlich über eine caligo, welche die Augen verfinſtert, ausgedrückt haben. Befriedigender ſpricht Pater Joſeph Acoſta aus Medina del Campo über die Schwarzen Flecken und die Urſach dieſer Erſcheinung. Er vergleicht ſie in ſeiner Hiſtoria natural de las Indias (lib. I cap. 2) in Hinſicht auf Farbe und Geſtalt mit dem verfinſterten Theile der Mondſcheibe. „So wie die Milchſtraße", ſagt er, „glänzender iſt, weil ſie aus dichterer Himmels-Materie beſteht, und deshalb mehr Licht ausſtrahlt; ſo ſind die ſchwarzen Flecken, die man in Europa nicht ſieht, ganz ohne Licht, weil ſie eine Region des Himmels bilden, welche leer, d. h. aus ſehr undichter und durchſichtiger Materie zuſammengeſetzt, iſt." Wenn ein berühmter Aſtronom in dieſer Beſchreibung die Sonnenflecken erkannt hat [92]; ſo iſt dies nicht minder ſonderbar, als daß der Miſſionar Richaud (1689) Acoſta's manchas negras für die Magellaniſchen Lichtwolken hält. [93]

Richaud ſpricht übrigens, wie die älteſten Piloten, von Kohlenſäcken im Plural; er nennt deren zwei: den großen

Kreuz und einen anderen in der Karls-Eiche; der letztere
in andren Beschreibungen gar wieder in zwei, von ein-
der getrennte Flecken getheilt. Diese beschreiben Feuillée,
den ersten Jahren des 18ten Jahrhunderts, und Horner
einem Briefe von 1804 aus Brasilien, an Olbers ge-
tet) als unbestimmter und an den Rändern verwaschen. [94]
habe während meines Aufenthalts in Peru von den Coal-
s der Karls-Eiche nie etwas befriedigendes auffinden kön-
; und da ich geneigt war es der zu tiefen Stellung der
stellation zuzuschreiben, so wandte ich mich um Belehrung
Sir John Herschel und den Director der Hamburger
rnwarte, Herrn Rümker, welche in viel südlicheren Breiten
ich gewesen sind. Beide haben, trotz ihrer Bemühung,
falls nichts aufgefunden, was in Bestimmtheit der Um-
e und Tiefe der Schwärze mit dem Coal-sack im Kreuze
glichen werden könnte. Sir John glaubt, daß man nicht
einer Mehrheit von Kohlensäcken reden müsse, wenn
an nicht jede, auch nicht umgrenzte, dunklere Himmelsstelle
die zwischen α Centauri und β und γ Trianguli [95], zwischen
und ϑ Argûs, und besonders am nördlichen Himmel den
eren Raum in der Milchstraße zwischen ε, α und γ Cygni [96])
afür wolle gelten lassen.

Der dem unbewaffneten Auge auffallendste und am läng-
en bekannte Schwarze Flecken des südlichen Kreuzes liegt
ar östlichen Seite dieser Constellation und hat eine birnför-
ige Gestalt, bei 8° Länge und 5° Breite. In diesem großen
aume befinden sich ein sichtbarer Stern 6ter bis 7ter Größe,
azu eine große Menge teleskopischer Sterne 11ter bis 13ter
röße. Eine kleine Gruppe von 40 Sternen liegt ziemlich
der Mitte. [97] Sternleerheit und Contrast neben dem

prachtvollen Lichtglanze umher werden als Urſachen der me
würdigen Schwärze dieſes Raumes angegeben. Dieſe letzt
Meinung hat ſich ſeit La Caille [98] allgemein erhalten. E
iſt vorzüglich durch die Stern-Aichungen (gauges and swee
um den Raum, wo die Milchſtraße wie von einem ſchwar
Gewölk bedeckt erſcheint, bekräftigt. In dem coal-bag gal
die Aichungen (in gleicher Größe des Geſichtsfeldes) 7
9 teleſcopiſche Sterne (nie völlige Leerheit, blank fields), we
an den Rändern 120 bis 200 Sterne gezählt wurden.
lange ich in der ſüdlichen Tropengegend war, unter dem fi
lichen Eindruck der Himmelsdecke, die mich ſo lebhaft beſch
tigte, ſchien mir, wohl mit Unrecht, die Erklärung durch
Contraſt nicht befriedigend. William Herſchel's Betrachtun
über ganz ſternleere Räume im Scorpion und im Schlang
träger, die er Oeffnungen in dem Himmel (Openi
in the heavens) nennt, leiteten mich auf die Idee: daß
ſolchen Regionen die hinter einander liegenden Sternſchich
dünner oder gar unterbrochen ſeien, daß unſere optiſchen
ſtrumente die letzten Schichten nicht erreichen, „daß wir
durch Röhren in den fernſten Weltraum blicken". Ich h
dieſer Oeffnungen ſchon an einem Orte gedacht [99], und
Wirkungen der Perſpective auf ſolche Unterbrechungen in
Sternſchichten ſind neuerlichſt wieder ein Gegenſtand ern
Betrachtung geworden [100].

Die äußerſten und fernſten Schichten ſelbſtleuchten
Weltkörper, der Abſtand der Nebelflecke, alles, was wir
dem letzten der ſieben ſideriſchen oder aſtrognoſtiſchen Abſchn
dieſes Werkes zuſammengedrängt haben, erfüllen die Ein
dungskraft und den ahndenden Sinn des Menſchen mit Bild
von Zeit und Raum, welche ſeine Faſſungskraft überſteig

So bewundernswürdig die Vervollkommnungen der optischen Werkzeuge seit kaum sechzig Jahren gewesen sind, so ist man doch zugleich mit den Schwierigkeiten ihrer Construction genug vertraut geworden, um sich über die ungemessenen Fortschritte dieser Vervollkommnung nicht so kühnen, ja ausschweifenden Erwartungen hinzugeben, als die waren, welche den geistreichen Hooke in den Jahren 1663 bis 1665 ernsthaft beschäftigten [1]. Mäßigung in den Erwartungen wird auch hier sicherer zum Ziele führen. Jedes der auf einander folgenden Menschengeschlechter hat sich des Größten und Erhabensten zu erfreuen gehabt, was es auf der Stufe, zu welcher die Kunst sich erhoben, als die Frucht freier Intelligenz erringen konnte. Ohne in bestimmten Zahlen auszusprechen, wie weit die den Weltraum durchdringende teleskopische Kraft bereits reiche, ohne diesen Zahlen viel Glauben zu schenken: mahnt uns doch schon die Kenntniß von der Geschwindigkeit des Lichts, daß das Aufglimmen des fernsten Gestirns, der lichterzeugende Proceß auf seiner Oberfläche „das älteste sinnliche Zeugniß [2] von der Existenz der Materie ist".

Anmerkungen.

[1] (S. 311.) Kosmos Bd. I. S. 86—91, 93 und 158; Bd. II. S. 369; Bd. III. S. 47—51, 178, 219 und 231.

[2] (S. 311.) Kosmos Bd. III. S. 267—269.

[3] (S. 312.) Kosmos Bd. I. S. 87.

[4] (S. 314.) Kosmos Bd. III. S. 99, 131 (Anm. 62), 178 und 210 (Anm. 71).

[5] (S. 314.) Vor der Expedition von Alvaro Becerra. Die Portugiesen drangen 1471 bis südlich vom Aequator vor. S. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. du Nouveau Continent T. I. p. 290—292. Aber auch in Ost-Afrika wurde unter den Lagiden der Handelsweg durch den indischen Ocean, begünstigt durch den Südwest-Monsun (Hippalus), von Ocelis an der Straße Bab-el-Mandeb nach dem malabarischen Stapelplatze Muziris und Ceylon benutzt (Kosmos Bd. II. S. 203 und 433 Anm. 21). Auf allen hier genannten Seefahrten waren die Magellanischen Wolken gesehen, aber nicht beschrieben worden.

[6] (S. 314.) Sir John Herschel, Capreise § 132.

[7] (S. 315.) A. a. O. S. 357 und 509 (Anm. 43). Galilei, welcher den Unterschied der Entdeckungs-Tage (29 Dec. 1609 und 7 Jan. 1610) dem Calender-Unterschied zuzuschreiben sucht, behauptet deshalb die Jupitersatelliten einen Tag früher als Marius gesehen zu haben; er geht in seinem Zorne gegen die »bugia del impostore *eretico Guntzenhusano*« so weit zu erklären: »che molto probabilmente il Eretico Simon Mario non ha osservato giammai i Pianeti Medicei«. (S. Opere di Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 235—237 und Nelli, Vita e Commercio letterario di Galilei 1793 Vol. I. p. 240—246.) Sehr friedsam und bescheiden hatte sich doch der Eretico selbst über das Maaß seines Verdienstes in der Entdeckung ausgedrückt. „Ich behaupte

", ſagt Simon Marius in der Vorrede zum Mundus Jo-
i s: »haec sidera (Brandenburgica) a nullo mortalium mihi
ratione commonstrata, sed propria indagine sub ipsissimum
tempus, vel aliquanto citius quo Galilaeus in Italia ea primum
, a me in Germania adinventa et observata fuisse. Merito
r Galilaeo tribuitur et manet laus primae inventionis horum
um apud Italos. An autem inter meos Germanos quispiam
me ea invenerit et viderit, hactenus intelligere non potui.«

[8] (S. 315.) Mundus Jovialis anno 1609 detectus ope
picilli Belgici (Noribergae 1614).

[9] (S. 315.) Kosmos Bd. II. S. 368.

[10] (S. 316.) Kosmos Bd. III. S. 180.

[11] (S. 316.) »Galilei notò che le Nebulose di Orione null'
o erano che mucchi e coacervazioni d' innumerabili Stelle.«
lli, Vita di Galilei Vol. I. p. 208.

[12] (S. 316.) »In primo integram Orionis Constellationem
gere decreveram; vero, ab ingenti stellarum copia, temporis
ro inopia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem
stuli. — Cum non tantum in Galaxia lacteus ille candor veluti
bicantis nubis spectetur, sed *complures consimilis coloris areolae
arsim per aethera subfulgeant*, si in illarum quamlibet Spe-
llum convertas, Stellarum constipatarum coetum offendes.
nplius (quod magis mirabile) Stellae, ab Astronomis singulis
hanc usque diem *Nebulosae* appellatae, Stellarum mirum in
odum consitarum greges sunt: ex quarum radiorum commix-
ne, dum unaquaque ob exilitatem, seu maximam a nobis
motionem, oculorum aciem fugit, candor ille consurgit, qui
nsior pars caeli, Stellarum aut Solis radios retorquere valens,
cusque creditus est.« Opere di Galileo Galilei, Padova
4, T. II. p. 14—15; Sydereus Nuncius p. 13, 15 (no.
—21) und 35 (no. 56).

[13] (S. 317.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 106. Ich erinnere
ch an die Vignette, welche die Einleitung von Hevelii
rmamentum Sobescianum 1687 beſchließt und auf der
n drei Genien ſieht, von welchen zwei am Hevel'ſchen Sextan-
beobachten. Dem dritten Genius, der ein Fernrohr zuträgt
d es anzubieten ſcheint, antworten die Beobachtenden: praestat
do oculo!

[14] (S. 317.) Huygens, Systema Saturnium in seinen pera varia, Lugd. Bat. 1724, T. II. p. 523 und 593.

[15] (S. 317.) »Dans les deux nébuleuses d'Andromède et Orion«, sagt Dominicus Cassini, »j'ai vu des étoiles qu'on aperçoit pas avec des lunettes communes. Nous ne savons is si l'on ne pourroit pas avoir des lunettes assez grandes pour ue toute la nébulosité pût se résoudre en de plus petites étoiles, comme il arrive à celles du Cancer et du Sagittaire.« elambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 700 und 744.

[16] (S. 318.) Kosmos Bd. I. S. 412 Anm. 66.

[17] (S. 318.) Ueber Ideen-Gemeinschaft und Ideen-Verschiedenheit von Lambert und Kant wie über die Zeiten ihrer Publicationen Struve, Études d'Astr. stellaire p. 11, 13 und 21; otes 7, 15 und 33. Kant's „allgemeine Naturgeschichte und heorie des Himmels" erschien anonym und dem Großen König igeeignet 1755; Lambert's »Photometria«, wie schon oben bemerkt orden ist, 1760, seine „Sammlung kosmologischer Briefe über e Einrichtung des Weltbaues" 1761.

[18] (S. 319.) »Those Nebulae«, sagt John Michell 1767 hilos. Transact. Vol. LVII. for 1767 p. 251), »in which e can discover either none, or only a few stars even with e assistance of the best telescopes, are probably systems, at are still more distant than the rest.«

[19] (S. 319.) Messier in den Mém. de l'Académie des ciences 1771 p. 435 und in der Connoiss. des temps our 1783 et 1784. Das ganze Verzeichniß enthält 103 Objecte.

[20] (S. 319.) Philos. Transact. Vol. LXXVI., LXXIX. ıd XCII.

[21] (S. 320.) »The nebular hypothesis, as it has been termed, and the theory of siderial aggregation stand in fact quite dependent of each other.« Sir John Herschel, Outlines f Astronomy § 872 p. 599.

[22] (S. 320.) Die Zahlen, welche ich hier gebe, sind die aufgezählter Objecte von No. 1 bis 2307 im europäischen, nördlichen at. von 1833 und die von No. 2308 bis 4015 im afrikanischen, ıdlichen Cat. (Capreise p. 51—128.)

[23] (S. 320.) James Dunlop in den Philos. Transact. r 1828 p. 113—151.

[24] (S. 320.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 81 und 117 Anm. 34).

[25] (S. 321.) An account of the Earl of Rosse's great Telescope p. 14—17, wo die Liſte der im März 1845 von Robinſon und Sir James South aufgelöſten Nebel gegeben iſt. »Dr. Robinson could not leave this part of his subject without calling attention to the fact, that no real nebula seemed to exist among so many of these objects chosen without any bias: all *appeared* to be clusters of stars, and every additional case which shall be resolved will be an additional argument against the existence of any such.« Schumacher, Aſtr. Nachr. No. 536. — In der Notice sur les grands Télescopes de Lord Oxmantown, aujourd'hui Earl of Rosse Bibliothèque universelle de Genève T. LVII. 1845 p. 342—357) heißt es: »Sir James South rappelle que jamais il n'a vu de représentations sidérales aussi magnifiques que celles que lui offrait l'instrument de Parsonstown; qu'une bonne partie des nébuleuses se présentaient comme des amas ou groupes d'étoiles, tandis que quelques autres, à ses yeux du moins, n'offraient aucune apparence de résolution en étoiles.«

[26] (S. 321.) Report of the fifteenth Meeting of the British Association, held at Cambridge in June 1845, p. XXVI und Outlines of Astr. p. 597 und 598. »By far the major part«, ſagt Sir John Herſchel, »probably at least nine tenths of the nebulous contents of the heavens consist of nebulae of spherical or elliptical forms, presenting every variety of elongation and central condensation. Of these a *great number* have been resolved into distant stars (by the Reflector of the Earl of Rosse), and a vast multitude more have been found to present that mottled appearance, which renders it almost a matter of certainty that an increase of optical power would show them to be similarly composed. A not unnatural or unfair induction would therefore seem to be, that those which resist such resolution, do so only in consequence of the smallness and closeness of the stars of which they consist: that, in short, they are only optically and not physically nebulous. — Although nebulae do exist which even in this powerful telescope (of Lord Rosse) appear as nebulae, without any sign of resolution, it may

very reasonably be doubted whether there be really any essential physical distinction between nebulae and clusters of stars.«

[27] (321.) Dr. Nichol, Professor der Astronomie zu Glasgow, hat dieſen, aus Castle Parsonstown datirten Brief in ſeinen Thoughts of some important points relating to the System of the World 1846 p. 55 bekannt gemacht: »In accordance with my promise of communicating to you the result of our examination of Orion, I think, I may safely say, that there can be little, if any doubt as to the resolvability of the Nebula: Since you left us, there was not a single night when, in absence of the moon, the air was fine enough to admit of our using more than half the magnifying power the speculum bears: still we could plainly see that all about the trapezium is a mass of stars; the rest of the nebula also abounding with stars and exhibiting the characteristics of resolvability strongly marked.«

[28] (S. 322.) Vergl. Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 186.

[29] (S. 323.) Kosmos Bd. III. S. 183 und 212 (Anm. 84).

[30] (S. 323.) Kosmos Bd. III. S. 44.

[31] (S. 323.) Newton, Philos. Nat. Principia mathematica 1760 T. III. p. 671.

[32] (S. 323.) Kosmos Bd. I. S. 146.

[33] (S. 323.) Kosmos Bd. I. S. 412 (Anm. 66).

[34] (S. 323.) Sir John Herſchel, Capreiſe § 109—111.

[35] (S. 325.) Die Fundamente dieſer Aufzählung erheiſchen hier eine Erläuterung. Die drei Cataloge von Herſchel dem Vater enthalten 2500 Objecte, nämlich 2303 Nebel und 197 Sternhaufen (Mädler, Aſtr. S. 448). In der ſpäteren, weit genaueren Muſterung des Sohnes (Observations of Nebulae and Clusters of stars made at Slough with a twenty-feet Reflector between the years 1825 and 1833, in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1833 p. 365—481) wurden dieſe Zahlen verändert. Ohngefähr 1800 Objecte waren identiſch mit denen der drei früheren Cataloge; drei- bis vierhundert aber wurden vorläufig ausgeſchloſſen, und mehr als fünfhundert neu entdeckte in Rectaſcenſion und Declination beſtimmt (Struve, Astr. stellaire p. 48). Das nördliche Verzeichniß enthält 152 Sternhaufen, folglich 2307 — 152 = 2155 Nebelflecke; aber unter den Nummern de

üdlichen Catalogs sind (Capreise p. 3 § 6 und 7) von 1015 — 2307 = 1708 Objecten, unter denen sich 236 Sternhaufen finden, 233 abzuziehen (nämlich 89 + 135 + 9; s. Capreise p. 3 § 6—7 und p. 128) als zum nördlichen Verzeichniß gehörig, beobachtet von Sir William und Sir John Herschel in Slough und von Messier in Paris. Es bleiben also für die Cap-Beobachtungen übrig: 1708 — 233 = 1475 Nebel und Sternhaufen, oder 1239 Nebelflecke allein. Zu den 2307 Objecten des nördlichen Catalogus von Slough sind dagegen zuzurechnen 135 + 9 = 144. Es wird daher dieses nördliche Verzeichniß anwachsen zu 2451 Objecten, in denen, nach Abzug von 152 Clusters, 2299 Nebelflecke enthalten sind: welche Zahlen sich indeß nicht auf eine strenge Abgrenzung nach der Polhöhe von Slough beziehen. Wenn in der Topographie des Firmaments beider Hemisphären numerische Verhältnisse angegeben werden müssen; so glaubt der Verfasser auch in solchen Zahlen, die allerdings ihrer Natur wegen nach Verschiedenheit der Zeitepochen und den Fortschritten in der Beobachtung veränderlich sind, nicht unsorgfältig sein zu dürfen. Der „Entwurf zu einem Kosmos" soll streben den an eine bestimmte Epoche gebundenen Zustand des Wissens zu schildern.

[36] (S. 325.) »There are between 300 and 400 Nebulae of Sir William Herschel's Catalogue still unobserved by me, for the most part very faint objects . . . .«, heißt es in den Cap-Beobachtungen p. 134.

[37] (S. 325.) A. a. O. § 7. (Vergl. Dunlop's Cat. of Nebulae and Clusters of the Southern Hemisphere in den Philos. Transact. for 1828 p. 114—146.)

[38] (S. 325.) Kosmos Bd. III. S. 297.

[39] (S. 326.) Capreise § 105—107.

[40] (S. 326.) Im Kosmos Bd. III. S. 181 Zeile 6 von unten sind durch einen Druckfehler die Wörter Südpol und Nordpol mit einander verwechselt.

[41] (S. 326.) »In this *Region* of *Virgo*, occupying about one-eighth of the whole surface of the sphere, one-third of the entire nebulous contents of the heavens are congregated.« Outlines p. 596.

[42] (S. 327.) Ueber diese barren region s. Capreise § 101 p. 135.

[43] (S. 327.) Ich gründe mich in dieſen numeriſchen Angaben auf Summirung derjenigen Zahlen, welche die Projection des nördlichen Himmels (Capreiſe Pl. XI) darbietet.

[44] (S. 329.) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 319. — In der langen Reihe von Seefahrern, welche die Portugieſen unter dem Einfluß des Infanten Don Henrique längs der Weſtküſte von Afrika unternahmen, um bis zum Aequator vorzudringen, war der Venetianer Cadamoſto (eigentlich genannt Alviſe da Ca da Moſto), als er ſich mit Antoniotto Usodimare an der Mündung des Senegal 1454 vereinigt hatte, zuerſt mit der Lage und Aufſuchung eines Süd-Polarſterns beſchäftigt geweſen. „Da ich", ſagt er, „noch den Nord-Polarſtern ſehe (er befand ſich ohngefähr in 13° nördlicher Breite), ſo kann ich nicht den ſüdlichen ſelbſt ſehen; aber die Conſtellation, welche ich gegen Süden erblicke, iſt der Carro del ostro (der Wagen des Südens)." (Aloysii Cadam. Navig. cap. 43 p. 32; Ramuſio, delle Navigationi et Viaggi Vol. I. p. 107.) Sollte er ſich aus einigen großen Sternen des Schiffes einen Wagen gebildet haben? Die Idee, daß beide Pole jeder einen Wagen hätten, ſcheint damals ſo verbreitet geweſen zu ſein, daß in dem Itinerarium Portugallense 1508 fol. 23, b und in Grynäus, Novus Orbis 1532 p. 58 eine ganz dem Kleinen Bär ähnliche Conſtellation als von Cadamoſto geſehen abgebildet wurde: während Ramuſio (Navigationi Vol. I. p. 107) und die neue Collecção de Noticias para a hist. e geogr. das Nações Ultramarinas (T. II. Lisboa 1812 p. 57 cap. 39) ſtatt deſſen eben ſo willkührlich das ſüdliche Kreuz abbilden (Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. V. p. 236). Weil man im Mittelalter, wahrſcheinlich um die zwei Tänzer, χορευταί, des Hygin (Poet. astron. III, 1), d. i. die Ludentes des Scholiaſten zum Germanicus oder Custodes des Vegetius, im Kleinen Wagen zu erſetzen, die Sterne β und γ des Kleinen Bären wegen ihres Kreiſens um den nahen Nordpol zu Wächtern dieſes Pols (le due Guardie, the Guards) beſtellt hatte, und da dieſe Benennung, wie der Gebrauch der Wächter zu Beſtimmung der Polhöhe (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 4—7 p. 183—195), bei den europäiſchen Piloten aller Nationen in den nördlichen Meeren weit verbreitet war; ſo führten Trugſchlüſſe

der Analogie ebenfalls dahin, daß man am ſüdlichen Horizont zu erkennen glaubte, was man lange vorher geſucht. Erſt als Amerigo Veſpucci auf ſeiner zweiten Reiſe (Mai 1499 bis Sept. 1500) und Vicente Yañez Pinzon (beide Reiſen ſind vielleicht eine und dieſelbe) in der ſüdlichen Hemiſphäre bis zum Cap San Auguſtin gelangten, beſchäftigten ſie ſich fleißig, aber vergebens, mit dem Aufſuchen eines ſichtbaren Sterns in der unmittelbaren Nähe des Südpols. (Bandini, Vita e Lettere di Amerigo Vespucci 1745 p. 70; Anghiera, Oceanica 1510 Dec. I lib. 9 p. 96; Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 319 und 325.) Der Südpol lag damals in der Conſtellation des Octanten, ſo daß β der Kleinen Waſſerſchlange, wenn man die Reduction nach dem Catalogus von Brisbane macht, noch volle 80° 5′ ſüdliche Declination hatte. „Indem ich mit den Wundern des ſüdlichen Himmels beſchäftigt war und umſonſt einen Süd-Polarſtern ſuchte", ſagt Veſpucci in dem Briefe an Pietro Franceſco de' Medici, „erinnerte ich mich der Worte (de un detto) unſeres Dante, als er im 1ten Capitel des Purgatorio fingirt aus einer Hemiſphäre in die andere überzugehen, den antarctiſchen Pol beſchreiben will und ſingt: Io mi volsi a man destra .... Mein Glaube iſt, daß in dieſen Verſen der Dichter durch ſeine vier Sterne (non viste mai fuor ch' alla prima gente) den Pol des anderen Firmaments hat bezeichnen wollen. Ich bin um ſo gewiſſer, daß dem ſo ſei, als ich in der That vier Sterne ſah, die zuſammen eine mandorla bildeten und eine geringe (?) Bewegung haben." Veſpucci meint das ſüdliche Kreuz, la croce maravigliosa des Andrea Corſali (Brief aus Cochin vom 6 Januar 1515 in Ramuſio Vol. I. p. 177), deſſen Namen er noch nicht kannte, das ſpäter allen Piloten (wie am Nordpole β und γ des Kleinen Bären) zur Aufſuchung des Südpols (Mém. de l'Acad. des Sc. 1666—1699 T. VII. Part. 2. Paris 1729 p. 58) und zu Breiten-Beſtimmungen (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 11 p. 204) diente. Vergl. meine Unterſuchung der berühmten Stelle des Dante in dem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. IV. p. 319—334. Eben da habe ich auch daran erinnert, daß α des ſüdlichen Kreuzes, mit welchem in neuerer Zeit Dunlop (1826) und Rümker (1836) ſich in Paramatta beſchäftigt haben, zu den Sternen gehört, deren Vielfachheit am früheſten 1681 und 1687 von den Jeſuiten Fontaney,

Noël und Richaud erkannt worden iſt. (Hist. de l'Ac… d. dep. 1686—1699 T. II. Par. 1733 p. 19; Mém. de l'Ac… d. dep. 1666—1699 T. VII, 2. Par. 1729 p. 206; Lettres éd… fiantes, Recueil VII. 1703 p. 79.) Ein ſo frühes Erkennen … on binären Syſtemen, lange vor dem von ζ Ursae maj. (Kos… os Bd. III. S. 291), iſt um ſo merkwürdiger, als 70 Jahre da… auf Lacaille α Crucis nicht als Doppelſtern beſchreibt: vielleicht … eil (wie Rümker vermuthet) damals der Hauptſtern und der Be- gleiter in allzu kleiner Entfernung von einander ſtanden. (Vergl. Sir John Herſchel, Capreiſe § 183—185.) Faſt zugleich mit der Doppelheit von α Crucis wurde von Richaud auch die … von α Centauri entdeckt, und zwar 19 Jahre vor Feuillée's Rei…e, welchem Henderſon dieſe Entdeckung irrig zuſchrieb. Richa…d bemerkt: „daß zur Zeit des Cometen von 1689 die beiden Ster… e, welche den Doppelſtern α Crucis bilden, beträchtlich von einand…er abſtanden; daß aber in einem 12füßigen Refractor die beiden Thei… le von α Centauri zwar deutlichſt zu erkennen waren, ſich aber ſa… ſt zu berühren ſchienen."

[45] (S. 329.) Capreiſe § 44 und 104.

[46] (S. 329.) Kosmos Bd. III. S. 179 und 211. Doch i… ſt es, wie wir ſchon oben bei den Sternhaufen bemerkt haben (a. a. O. S. 181), Herrn Bond in den Vereinigten Staaten von Nord…o- amerika, durch die außerordentliche raumdurchdringende Kraf… ft ſeines Refractors, geglückt den ſehr länglich geſtreckten, elliptiſche… n Nebel der Andromeda, welcher nach Bouillaud ſchon vor Simo… on Marius 985 und 1428 beſchrieben wurde und einen röthliche… n Schimmer hat, gänzlich aufzulöſen. In der Nachbarſchaft dieſe… es berühmten Nebelfleckes befindet ſich der noch unaufgelöſte, aber i… in Geſtaltung ſehr ähnliche, welchen meine, in hohem Alter dahinge… ge- ſchiedene, allgemein verehrte Freundinn, Miß Carolina Herſchel… el, am 27 Auguſt 1783 entdeckte (Philos. Transact. 1833 No. 6 … 61 des Verzeichniſſes der Nebelflecke, fig. 52).

[47] (S. 330.) Annular Nebula: Capreiſe p. 53, Outline… es of Astr. p. 602; Nébuleuse perforée: Arago im Annuair… re pour 1842 p. 423; Bond in Schum. Aſtr. Nachr. No. 61 … 11.

[48] (S. 330.) Capreiſe p. 114 Pl. VI fig. 3 und 4; verg… gl. auch No. 2072 in den Philos. Transact. for 1833 p. 4…66. Lord Roſſe's Abbildungen des Ringnebels in der Leier und … der

derbaren Crab-Nebula s. in Nichol's Thoughts on the stem of the World p. 21 Pl. IV und p. 22 Pl. I fig. 5.

[49] (S. 331.) Betrachtet man den planetarischen Nebelfleck im oßen Bär als eine Sphäre von 2′ 40″ scheinbaren Durchmessers nd nimmt die Entfernung derselben gleich der bekannten von Cygni; so erhält man einen wirklichen Durchmesser der Sphäre, 7mal größer wäre als die Bahn, welche Neptun beschreibt." t lines § 876.

[50] (S. 331.) Outlines p. 603, Capreise § 47. Ein orangener Stern 8ᵐ ist in der Nähe von No. 3365; aber der planetische Nebel bleibt auch dann tief indigblau, wenn der rothe ern nicht im Felde des Teleskops ist. Die Färbung ist also nicht ge des Contrastes.

[51] (S. 332.) Kosmos Bd. III. S. 173, 299 und 309. Der Gleiter und der Hauptstern sind blau oder bläulich in mehr als Doppelsternen. Indigblaue Sternchen sind eingemengt in den chtvollen, vielfarbigen Sternhaufen No. 3435 des Capeat. (Dun- s Cat. No. 301). Ein ganzer einförmig blauer Sternhaufen ht am südlichen Himmel (No. 573 von Dunlop, No. 3770 von Hu Herschel). Es hat derselbe 3½ Minuten im Durchmesser, lt Ausläufern von 8 Minuten Länge; die Sternchen sind 14ter d 16ter Größe. (Capreise p. 119.)

[52] (S. 332.) Kosmos Bd. I. S. 88 und 387. Vergl. Outines § 877.

[53] (S. 332.) Ueber die Verwickelung der dynamischen Verhältnisse bei den partiellen Attractionen im Inneren eines kugelrunden Sternhaufens, welcher für schwache Teleskope als ein runder, gegen das Centrum dichterer Nebelfleck erscheint, s. Sir John Herschel in: Outl. of Astr. § 866 und 872, Capreise § 44 und 111 bis 113, Philos. Transact. for 1833 p. 501, Address of the President in dem Report of the 15th meeting of the British Association 1845 p. XXXVII.

[54] (S. 333.) Mairan, Traité de l'Aurore boréale). 263 (Arago im Annuaire pour 1842 p. 403—413).

[55] (S. 333.) Andere Beispiele von Nebelsternen sind nur = bis 9ᵐ: wie No. 311 und 450 des Cat. von 1833 fig. 31, mit hotosphären von 1′ 30″ (Outlines § 879).

[56] (S. 334.) Capreise p. 117 No. 3727, Pl. VI fig. 16.

[57] (S. 334.) Merkwürdige Formen der unregelmäßigen Nebel
: die omega-artige (Capreiſe Pl. II fig. 1 No. 2008; auch
erſucht und beſchrieben von Lamont und einem hoffnungsvollen,
Wiſſenſchaft zu früh entriſſenen, nordamerikaniſchen Aſtrono-
n, Mr. Maſon, in den Mem. of the Amer. Philos. Soc.
l. VII. p. 177); ein Nebel mit 6 bis 8 Kernen (Capreiſe
19 Pl. III fig. 4); die cometenartigen, büſchelförmigen, in denen
Nebelſtrahlen bisweilen wie von einem Stern 9ter ausgehen
. VI fig. 18 No. 2534 und 3688); ein Silhouetten-Profil, büſten-
ig (Pl. IV fig. 4 No. 3075); eine Spaltöffnung, die einen faden-
migen Nebel einſchließt (No. 3501 Pl. IV fig. 2). Outlines
83, Capreiſe § 121.

[58] (S. 334.) Kosmos Bd. III. S. 185; Outlines § 785.

[59] (S. 334.) Kosmos Bd. I. S. 157 und 415 (Anm. 83);
: John Herſchel, erſte Ausgabe des Handbuchs der Aſtronomie
Treatise on Astronomy 1833; in Lardner's Cabinet
clopaedia) § 616; Littrow, theoretiſche Aſtronomie
4 Th. II. § 234.

[60] (S. 334.) S. Edinb. Review Jan. 1848 p. 187 und
preiſe § 96 und 107. »A zone of nebulae«, ſagt Sir John
:ſchel, »encircling the heavens, has so many interruptions and
so faintly marked out through by far the greater part o
circumference, that its existence as such can be hardl
re than suspected.«

[61] (S. 335.) „Es iſt wohl kein Zweifel", ſchreibt Dr. Galle
ß in der Zeichnung (Opere di Galilei, Padova 174
II. p. 14 No. 20), welche Sie mir mittheilen, auch der Gürt
Orion und das Schwerdt mit enthalten ſind, folglich auch de
:rn ϑ; aber bei der augenfälligen Ungenauigkeit der Abbildun
) die drei kleinen Sterne am Schwerdte, deren mittelſter ϑ i
) die (für das unbewaffnete Auge) wie in gerader Linie ſtehen
ver herauszufinden. Ich vermuthe, daß Sie den Stern richti
:ichnet haben, und daß der helle Stern rechts daneben oder de
:rn unmittelbar darüber ϑ iſt." Galilei ſagt ausdrücklich
primo integram Orionis Constellationem pingere decrev
i; verum, ab ingenti stellarum copia, temporis vero inop
utus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli.« D
chäftigung Galilei's mit der Conſtellation des Orion iſt

so merkwürdiger, als 400 Sterne, die er zwiſchen dem Gürtel und dem Schwerdte auf 10 Quadratgraden zu zählen glaubte (Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 208), ſpät noch Lambert (cosmolog. Briefe 1760 S. 155) zu der unrichtigen Schätzung von 1650000 Sternen am ganzen Firmament (Struve, Astr. stellaire p. 14 und note 16) verleiteten.

[62] (S. 336.) Kosmos Bd. II. S. 369.

[63] (S. 337.) »Ex his autem tres illae pene inter se contiguae stellae, cumque his aliae quatuor, velut trans nebulam lucebant: ita ut spatium circa ipsas, qua forma hic conspicitur, multo illustrius appareret reliquo omni caelo; quod cum aprime serenum esset ac cerneretur nigerrimum, velut hiatu quodam interruptum videbatur, per quem in plagam magis lucidam esset prospectus. Idem vero in hanc usque diem nihil immutata facie saepius atque eodem loco conspexi; adeo ut perpetuam illic sedem habere credibile sit hoc quidquid est portenti: cui certe simile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam caeterae nebulosae olim existimatae, atque ipsa via lactea, perspicillo inspectae, nullas nebulas habere comperiuntur, neque aliud esse quam plurium stellarum congeries et frequentia.« Christiani Hugenii Opera varia Lugd. Bat. 1724 p. 540—541. Die Vergrößerung, welche Huygens in ſeinem 23füßigen Refractor anwandte, ſchätzte er ſelbſt nur hundertfach (p. 538). Sind die quatuor stellae trans nebulam lucentes die Sterne des Trapez? Die kleine, ſehr rohe Zeichnung (Tab. XLVII fig. 4, phenomenon in Orione novum) ſtellt nur eine Gruppe von 3 Sternen dar: allerdings neben einem Einſchnitte, welchen man für den Sinus magnus halten möchte. Vielleicht ſind nur die 3 Sterne im Trapez, welche 4ter bis 7ter Größe ſind, verzeichnet. Auch rühmt Dominicus Caſſini, daß der vierte Stern erſt von ihm geſehen worden ſei.

[64] (S. 337.) William Cranch Bond in den Transact. of the American Acad. of Arts and Sciences, new Series Vol. III. p. 87—96.

[65] (S. 337.) Capreiſe § 54—69 Pl. VIII; Outlines § 837 und 885 Pl. IV fig. 1.

[66] (S. 337.) Sir John Herſchel in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. II. 1824 p. 487—495, Pl. VII und VIII.

Die letztere Abbildung giebt die Nomenclatur der einzelnen Regionen des, von ſo vielen Aſtronomen durchforſchten Orions-Nebels.

[67] (S. 337.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 700. Caſſini rechnete die Erſcheinung dieſes vierten Sternes (»aggiunta della quarta stella alle tre contigue«) zu den Veränderungen, welche der Orions-Nebel in ſeiner Zeit erlitten habe.

[68] (S. 338.) »It is remarkable that within the area of the trapezium no nebula exists. The brighter portion of the nebula immediately adjacent to the trapezium, forming the square front of the head, is shown with the 18-inch reflector broken up into masses, whose mottled and curdling light evidently indicates by a sort of granular texture its consisting of stars; and when examined under the great light of Lord Rosse's reflector or the exquisite defining power of the great achromatic at Cambridge, U. S., is evidently perceived to consist of clustering stars. There can therefore be little doubt as to the whole consisting of stars, too minute to be discerned individually even with the powerful aids, but which become visible as points of light when closely adjacent in the more crowded parts.« (Outlines p. 609.) William C. Bond, der einen 23füßigen, mit einem 14zölligen Objectiv verſehenen Refractor anwandte, ſagt »there is a great diminution of light in the interior of the Trapezium, but no suspicion of a star« (Mem. of the Amer. Acad., new Series Vol. III. p. 93).

[69] (S. 338.) Philos. Transact. for the year 1811 Vol. CI. p. 324.

[70] (S. 338.) »Such is the general blaze from that part of the sky«, ſagt der Capitän Jacob (Bombay Engineers) zu Punah, »that a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon.« Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. 184 Part 4. p. 445.

[71] (S. 338.) Kosmos Bd. III. S. 251—254.

[72] (S. 339.) Capreiſe § 70—90 Pl. IX, Outlines § 88 Pl. IV fig. 2.

[73] (S. 339.) Kosmos Bd. II. S. 146.

[74] (S. 340.) Capreiſe § 24 Pl. I fig. 1, No. 3721 des Cat.; Outl. § 888.

[75] (S. 340.) Nebel im Schwan, theilweiſe RA. 20h 49′, P. D. 58° 27′ (Outlines § 891). Vergl. Cat. von 1833 No. 2092, Pl. XI fig. 34.

[76] (S. 340.) Vergl. die Abbildungen Pl. II fig. 2 mit Pl. V den: Thoughts on some important points relating the System of the World 1846 (von Dr. Nichol, Pro- for der Aſtronomie zu Glasgow) p. 22. »Lord Rosse describes d figures this Nebula as resolved into numerous stars *with ter mixed nebula*«, ſagt Sir John Herſchel in den Outlines 607.

[77] (S. 341.) Kosmos Bd. I. S. 157 und 415 Anm. 81, der Nebelfleck No. 1622 a brother-system genannt iſt.

[78] (S. 341.) Report of the 15th meeting of the British Association for the advancement of Science, Notices 4; Nichol, Thoughts p. 23 (vergl. Pl. II fig. 1 mit Pl. VI). den Outlines § 882 heißt es: »the whole, if not clearly solved into stars, has a *resolvable* character, which evidently dicates its composition.«

[79] (S. 341.) Kosmos Bd. I. S. 88 und 387 (Anm. 2).

[80] (S. 341.) Lacaille in den Mém. de l'Acad. Année 1755 195. Es iſt eine ſchädliche Verwirrung der Terminologie, wie Orner und Littrow, auch die Kohlenſäcke Magellaniſche Flecken der Cap-Wolken zu nennen.

[81] (S. 342.) Kosmos Bd. II. S. 329 und 485 (Anm. 6).

[82] (S. 343.) Ideler, Unterſuchungen über den Ur- prung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. XLIX und 262. Der Name Abdurrahman Sufi iſt von Ulugh Beg abgekürzt aus: Abdurrahman Ebn-Omar Ebn-Mohammed Ebn-Sahl Abu'l-Haſſan el-Sufi el-Razi. Ulugh Beg, der, wie Naßir-eddin, die Ptolemäiſchen Stern-Poſitionen durch eigene Be- bachtungen (1437) verbeſſerte, geſteht, aus der Arbeit des Ab- durrahman Sufi 27 Poſitionen ſüdlicher, in Samarkand nicht ichtbarer Sterne entlehnt zu haben.

[83] (S. 344,) Vergl. meine geographiſchen Unterſuchungen über die Entdeckung der Südſpitze von Afrika, und über die Behaup- tungen des Cardinals Zurla und Grafen Baldelli, im Examen

crit. de l'hist. de la Géogr. aux 15ème et 16ème siècles T. I. p. 229—348. Die Entdeckung des Vorgebirges der guten Hoffnung, welches Martin Behaim Terra Fragosa, nicht Cabo tormentoso, nennt, geſchah, ſonderbar genug, als Diaz von Oſten kam, aus der Bai von Algoa (ſüdl. Br. 33° 47′, über 7° 18′ öſtlich von der Tafelbai); Lichtenſtein im Vaterländiſchen Muſeum, Hamburg 1810 S. 372—389.

[84] (S. 345.) Die wichtige, nicht genug beachtete Entdeckung der Südſpitze des Neuen Continents unter 55° ſüdl. Breite (Ulloa's Tagebuch bezeichnet die Entdeckung ſehr charakteriſtiſch durch die Worte: acabamiento de tierra, das Aufhören des Landes) gehört dem Franciſco de Hoces, welcher eines der Schiffe der Expedition von Loayſa 1525 befehligte. Er ſah wahrſcheinlich einen Theil des Feuerlandes weſtlich von der Staaten-Inſel; denn das Cap Horn liegt nach Fitz-Roy 55° 58′ 41″. Vergl. Navarrete, Viages y descubrim. de los Españoles T. V. p. 2[illegible]28 und 404.

[85] (S. 345.) Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 20[illegible]05, 295—316; T. V. p. 225—229 und 235 (Ideler, Sternnamen S. 346).

[86] (S. 346.) Petrus Martyr Angl., Oceanica Dec[illegible]ec. III lib. 1 p. 217. Ich kann aus den numeriſchen Angaben Dec. [illegible] II lib. 10 p. 204 und Dec. III lib. 10 p. 232 erweiſen, daß der Theil der Oceanica, in welchem der Magellaniſchen Wolken gedacht wird, zwiſchen 1514 und 1516, alſo unmittelbar nach der Expedition von Juan Diaz de Solis nach dem Rio de la Plata (damals als Rio de Solis, una mar dulce), geſchrieben iſt. Die Breiten-Angabe iſt ſehr übertrieben.

[87] (S. 347.) Kosmos Bd. II. S. 329, Bd. III. S. 15[illegible]151 und 175.

[88] (S. 347.) Kosmos Bd. I. S. 88 und 387 (Anm. 2[illegible]2). Vergl. Capreiſe p. 143—164; die beiden Magellaniſchen Wolken, wie ſie dem bloßen Auge erſcheinen, Pl. VII; teleſcopiſche Analyſe der Nubecula major Pl. X; der Nebelfleck des Dorado beſonders dargeſtellt Pl. II fig. 4 (§ 20—23). Outlines § 892—89[illegible]96, Pl. V fig. 1, und James Dunlop in den Philos. Transac[illegible]ct. for 1828 Part 1. p. 147—151. — So irrig waren die Anſichten der erſten Beobachter, daß der, von Dominicus Caſſini ſel[illegible]ehr

schätzte Jesuit Fontaney, welchem man viele werthvolle astronomische Beobachtungen aus Indien und China verdankt, noch 1685 schreibt: Le grand et le petit Nuages sont deux choses singulières. Ils ne paroissent aucunement un amas d'étoiles comme *Praesepe Cancri*, ni même une lueur sombre, comme la Nébuleuse d'Andromède. On n'y voit presque rien avec de très grandes lunettes, quoique sans ce secours on les voye fort blancs, particulièrement le grand Nuage,« Lettre du Père de Fontaney au Père de la Chaize, Confesseur du Roi, in den Lettres édiantes Recueil VII. 1703 p. 78, und Hist. de l'Acad. des Sciences dep. 1686 — 1699 (T. II. Paris 1733) p. 19. — Ich bin im Texte bei der Beschreibung der Magellanischen Wolken allein der Arbeit von Sir John Herschel gefolgt.

[89] (S. 348.) Kosmos Bd. III. S. 183 und 212 (Anm. 85).

[90] (S. 348.) A. a. O. S. 180 und 211 (Anm. 75).

[91] (S. 349.) Vergl. Capreise § 20 — 23 und 133, die schöne Abbildung Pl. II fig. 4 und ein Special-Kärtchen auf der graphischen Analyse Pl. X, wie Outlines § 896 Pl. V fig. 1.

[92] (S. 350.) Kosmos Bd. II. S. 328 und 485 (Anm. 5).

[93] (S. 350.) Mém. de l'Acad. des Sc. dep. 1666 jusqu'à 1699 T. VII. Partie 2. (Paris 1729) p. 206.

[94] (S. 351.) Brief an Olbers von St. Catharina (Jan. 1804) in Zach's Monatl. Correspondenz zur Beförd. der Erd- und Himmels-Kunde Bd. X. S. 240. (Vergl. über Feuillée's Beobachtung und rohe Abbildung des Schwarzen Fleckens im südlichen Kreuze Zach a. a. O. Bd. XV. 1807 S. 388—391.)

[95] (S. 351.) Capreise Pl. XIII.

[96] (S. 351.) Outlines of Astronomy p. 531.

[97] (S. 351.) Capreise p. 384, No. 3407 des Verzeichnisses der Nebel und Sternhaufen. (Vergl. Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 p. 149 und No. 272 seines Catalogs.)

[98] (S. 352.) »Cette apparence d'un noir foncé dans la partie orientale de la Croix du sud, qui frappe la vue de tous ceux qui regardent le ciel austral, est causée par la vivacité de la blancheur de la voie lactée qui renferme l'espace noir et l'entoure de tous côtés.« La Caille in den Mém. de l'Acad. des Sciences Année 1755 (Par. 1761) p. 199.

[99] (S. 352.) Bd. I. S. 159 und 415 (Anm. 87).

[100] (S. 352.) »When we see«, ſagt Sir John Herſchel, »in the Coal-sack (near *α Crucis*) a sharply defined oval space free from stars, it would seem much less probable that a conical or *tubular* hollow traverses the whole of a starry stratum, continuously extended from the eye outwards, than that a *distant* mass of comparatively moderate thickness should be simply perforated from side to side . . . . . « Outlines § 792 p. 532.

[1] (S. 353.) Lettre de Mr. Hooke à Mr. Auzout in den Mém. de l'Académie 1666 — 1699 T. VII. Partie 2. p. 30 und 73.

[2] (S. 353.) Kosmos Bd. I. S. 161.

β. Sonnengebiet.

laneten und ihre Monde, Cometen, Ring des Thier-kreislichtes und Schwärme von Meteor-Aſteroiden.

Wenn wir in dem uranologiſchen Theile der phyſi-en Weltbeſchreibung von dem Fixſternhimmel zu rem Sonnen- und Planetenſyſtem herabſteigen, ſo n wir von dem Großen und Univerſellen zu dem relativ inen und Beſonderen über. Das Gebiet der Sonne das Gebiet eines einzelnen Fixſternes unter den Millionen r, welche uns das Fernrohr an dem Firmamente offenbart; iſt der beſchränkte Raum, in welchem ſehr verſchiedenartige ltkörper, der unmittelbaren Anziehung eines Central-pers gehorchend, in engeren oder weiteren Bahnen um en kreiſen: ſei es einzeln; oder wiederum von anderen, en ähnlichen, umgeben. Unter den Sternen, deren An-nung wir in dem ſideriſchen Theile der Uranologie behandeln verſucht haben, zeigt allerdings auch eine Claſſe ner Millionen teleſcopiſcher Fixſterne, die Claſſe der Doppel-erne, particuläre, binäre oder vielfältiger zuſammenge-zte, Syſteme; aber trotz der Analogie ihrer treibenden Kräfte nd ſie doch, ihrer Naturbeſchaffenheit nach, von unſerem Sonnenſyſteme verſchieden. In ihnen bewegen ſich ſelbſt-euchtende Fixſterne um einen gemeinſchaftlichen Schwer-unkt, der mit ſichtbarer Materie nicht erfüllt iſt; in dem

Sonnensysteme kreisen dunkle Weltkörper um einen selbstleuchtenden Körper oder, um bestimmter zu reden, um einen gemeinsamen Schwerpunkt, welcher zu verschiedenen Zeiten innerhalb des Centralkörpers oder außerhalb desselben liegt. „Die große Ellipse, welche die Erde um die Sonne beschreibt, spiegelt sich ab in einer kleinen, ganz ähnlichen, in welcher der Mittelpunkt der Sonne um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt der Erde und Sonne herumgeht.“ Ob die planetarischen Körper, zu denen die inneren wie die äußeren Cometen gerechnet werden müssen, außer dem Lichte, welches ihnen der Centralkörper giebt, nicht auch theilweise etwas eigenes Licht zu erzeugen fähig sind: bedarf hier, bei so allgemeinen Andeutungen, noch keiner besonderen Erwähnung.

Von der Existenz dunkler planetarischer Körper, welche um andere Fixsterne kreisen, haben wir bisher keine directen Beweise. Die Schwäche des reflectirten Lichtes würde solche Planeten, die schon (lange vor Lambert) Kepler um jeden Fixstern vermuthete, hindern uns je sichtbar zu werden. Wenn der nächste Fixstern, α Centauri, 226000 Erdweiten oder 7523 Neptunsweiten; ein sich sehr weit entfernender Comet, der von 1680, welchem man (freilich nach sehr unsicheren Fundamenten) einen Umlauf von 8800 Jahren zuschreibt, im Aphel 28 Neptunsweiten von unserem Sonnenkörper absteht: so ist die Entfernung des Fixsterns α Centauri noch 270 mal größer als unser Sonnengebiet bis zum Aphel jenes fernsten Cometen. Wir sehen das reflectirte Licht des Neptun in 30 Erdweiten. Würden, in künftig zu construirenden mächtigeren Teleskopen, noch drei folgende, hinter einander stehende, Planeten erkannt, etwa in der Ferne von 100 Erdweiten: so ist dies noch nicht der 8te Theil der Entfernung

bis zum Aphel des genannten Cometen; noch nicht der 2200ſte Theil[1] der Entfernung, in welcher wir das reflectirte Licht eines etwa um α Centauri kreiſenden Trabanten teleſcopiſch empfangen ſollten. Iſt aber überhaupt die Annahme von Fixſtern-Trabanten ſo unbedingt nothwendig? Wenn wir einen Blick werfen auf die niederen Particular-Syſteme innerhalb unſeres großen Planetenſyſtems; ſo finden wir, trotz der Analogien, welche die von vielen Trabanten umkreiſten Planeten darbieten können, auch andere Planeten: Merkur, Venus, Mars, die gar keinen Trabanten haben. Abſtrahiren wir von dem bloß Möglichen und beſchränken uns auf das wirklich Erforſchte, ſo werden wir lebhaft von der Idee durchdrungen: daß das Sonnenſyſtem, beſonders in der großen Zuſammenſetzung, welche die letzten Jahrzehende uns enthüllt haben, das reichſte Bild gewährt von den, leicht zu erkennenden, unmittelbaren Beziehungen vieler Weltkörper zu einem einzigen.

Der beſchränktere Raum des Planetenſyſtems gewährt gerade wegen dieſer Beſchränktheit für Sicherheit und Evidenz der Reſultate in der meſſenden und rechnenden Aſtronomie unbeſtreitbare Vorzüge vor den Ergebniſſen aus der Betrachtung des Fixſternhimmels. Vieles von dieſen gehört nur der beſchauenden Aſtronomie in dem Gebiete der Sternſchwärme und Nebelgruppen, wie in der, auf ſo unſicheren Fundamenten beruhenden, photometriſchen Reihung der Geſtirne an. Der ſicherſte und glänzendſte Theil der Aſtrognoſie iſt die, in unſerer Zeit ſo überaus vervollkommnete und vermehrte Beſtimmung der Poſitionen in RA. und Decl.: ſei es von einzelnen Fixſternen; oder von Doppelſternen, Sternhaufen und Nebelflecken. Auch bieten ſchwierig, aber in höherem oder

niederem Grade genau meßbare Verhältniſſe dar: die eigene Bewegung der Sterne; die Elemente, nach denen ihre Parallaxe ergründet wird; die teleſcopiſchen Stern-Aichungen, welche auf die räumliche Vertheilung der Weltkörper leiten; die Perioden von veränderlichen Sternen und der langſame Umlauf der Doppelſterne. Was ſeiner Natur nach ſich der eigentlichen Meſſung entzieht, wie: die relative Lage und Geſtaltung von Sternſchichten oder Ringen von Sternen, die Anordnung des Weltbaues, die Wirkungen gewaltſam umändernder Naturgewalten[2] im Auflodern oder Verlöſchen ſogenannter neuer Sterne; regt um ſo tiefer und lebendiger an, als es das anmuthige Nebelland der Phantaſie berührt.

Wir enthalten uns vorſätzlich in den nächſtfolgenden Blättern aller Betrachtungen über die Verbindung unſeres Sonnenſyſtems mit den Syſtemen der anderen Fixſterne; wir kommen nicht wieder zurück auf die Fragen von der Unterordnung und Gliederung der Syſteme, die, man möchte ſagen, aus intellectuellen Bedürfniſſen ſich uns aufdrängen; auf die Frage: ob unſer Centralkörper, die Sonne, nicht ſelbſt in planetariſcher Abhängigkeit zu einem höheren Syſteme ſtehe vielleicht gar nicht einmal als Hauptplanet, ſondern nur der Trabant eines Planeten, wie unſere Jupitersmonde. Beſchränkt auf den mehr heimiſchen Boden, auf das Sonnengebiet, haben wir uns des Vorzugs zu erfreuen, daß, mit Ausnahme deſſen, was ſich auf die Deutung des Oberflächen-Anſehens oder gasförmiger Umhüllungen der kreiſenden Weltkörper, den einfachen oder getheilten Schweif der Cometen, auf den Ring des Zodiacallichts oder das räthſelhafte Erſcheinen der Meteor-Aſteroiden bezieht, faſt alle Reſultate der Beobachtung einer Zurückführung auf Zahlenverhältniſſe fähig ſind.

alle sich als Folgerung aus streng zu prüfenden Voraussetzungen darbieten. Nicht die Prüfung dieser Voraussetzungen selbst gehört in den Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, sondern die methodische Zusammenstellung numerischer Resultate. Sie sind das wichtige Erbtheil, welches, immerdar wachsend, ein Jahrhundert dem anderen überträgt. Eine Tabelle, die Zahlen-Elemente der Planeten (mittlere Entfernung von der Sonne, siderische Umlaufszeit, Excentricität der Bahn, Neigung gegen die Ekliptik, Durchmesser, Masse und Dichtigkeit) umfassend, bietet jetzt in einem überkleinen Raume den Stand der geistigen Errungenschaft des Zeitalters dar. Man versetze sich einen Augenblick in das Alterthum zurück; man denke sich Philolaus den Pythagoreer, Lehrer des Plato, den Aristarch von Samos oder Hipparchus im Besitze eines solchen mit Zahlen gefüllten Blattes, oder einer graphischen Darstellung der Planetenbahnen, wie sie unsere abgekürztesten Lehrbücher darstellen: so läßt sich das bewundernde Erstaunen dieser Männer, Heroen des früheren, beschränkten Wissens, nur mit dem vergleichen, welches sich des Eratosthenes, des Strabo, des Claudius Ptolemäus bemächtigen würde, wenn diesen eine unserer Weltkarten (Mercator's Projection) von wenigen Zollen Höhe und Breite vorgelegt werden könnte.

Die Wiederkehr der Cometen in geschlossenen elliptischen Bahnen bezeichnet als Folge der Anziehungskraft des Centralkörpers die Grenze des Sonnengebiets. Da man aber ungewiß bleibt, ob nicht einst noch Cometen erscheinen werden, deren große Axe länger gefunden wird als die der schon erschienenen und berechneten Cometen; so geben diese in ihrem Aphel nur die Grenze, bis zu welcher das Sonnengebiet zum wenigsten reicht. Das Sonnengebiet wird demnach charakterisirt durch

ren und meßbaren Folgen eigener einwirkender
räfte, durch die Weltkörper (Planeten und Co-
lche in geſchloſſenen Bahnen um die Sonne kreiſen
enge Bande an ſie gefeſſelt bleiben. Die Anziehung,
Sonne jenſeits dieſer wiederkehrenden Weltkörper
Sonnen (Fixſterne) in weiteren Räumen ausübt,
t in die Betrachtungen, die uns hier beſchäftigen.
Sonnengebiet umfaßt nach dem Zuſtand unſerer
am Schluß des halben neunzehnten Jahrhunderts,
man die Planeten nach Abſtänden von dem Central-
et:

Hauptplaneten. (**Merkur, Venus, Erde,**
Flora, Victoria, Veſta, Iris, Metis,
Parthenope, Irene, Aſträa, Egeria, Juno,
Pallas, Hygiea; **Jupiter, Saturn, Uranus,**
);

rabanten (einen der Erde, 4 des Jupiter, 8 des
6 des Uranus, 2 des Neptun);

Cometen, deren Bahn berechnet iſt: darunter
te, d. h. ſolche, deren Aphel von der äußerſten
bahn, der des Neptun, umſchloſſen iſt; ſodann mit
ahrſcheinlichkeit:

ring des Thierkreislichtes, vielleicht zwiſchen
is- und Marsbahn liegend; und nach der Meinung
eobachter:

chwärme der Meteor-Aſteroiden, welche
ahn vorzugsweiſe in gewiſſen Punkten ſchneiden.
ıfzählung der 22 Hauptplaneten, von welchen nur
ı 13 März 1781 bekannt waren, ſind die 14
Planeten (bisweilen auch Coplaneten und

Asteroiden genannt, und in unter einander verſchlungenen Bahnen zwiſchen Mars und Jupiter liegend) durch kleineren Druck von den 8 größeren Planeten unterſchieden worden.

In der neueren Geſchichte planetariſcher Entdeckungen ſind Hauptepochen geweſen: das Auffinden des Uranus, als des erſten Planeten jenſeits der Saturnsbahn, von William Herſchel zu Bath am 13 März 1781 erkannt durch Scheibenform und Bewegung; das Auffinden der Ceres, des erſten der kleinen Planeten, am 1 Januar 1801 durch Piazzi zu Palermo; die Erkennung des erſten inneren Cometen durch Encke zu Gotha im Auguſt 1819; und die Verkündigung der Exiſtenz des Neptun vermittelſt planetariſcher Störungs-Berechnungen durch Le Verrier zu Paris im Auguſt 1846, wie die Entdeckung des Neptun durch Galle zu Berlin am 23 September 1846. Jede dieſer wichtigen Entdeckungen hat nicht bloß die unmittelbare Erweiterung und Bereicherung unſeres Sonnenſyſtems zur Folge gehabt, ſie hat auch zu zahlreichen ähnlichen Entdeckungen veranlaßt: zur Kenntniß von 4 andren inneren Cometen (durch Biela, Faye, de Vico und Brorſen zwiſchen 1826 und 1846); wie von 13 kleinen Planeten, unter denen von 1801 bis 1807 drei (Pallas, Juno und Veſta) und, nach einer Unterbrechung von vollen 38 Jahren, ſeit Hencke's glücklicher und auch beabſichtigter Entdeckung der Aſträa am 8 December 1845, in ſchneller Folge durch Hencke, Hind, Graham und de Gasparis von 1845 bis Mitte 1851 neun aufgefunden worden ſind. Die Aufmerkſamkeit auf die Cometenwelt iſt ſo geſtiegen, daß in den letzten 11 Jahren die Bahnen von 33 neu entdeckten Cometen berechnet wurden: alſo nahe eben ſo viel als in den 40 vorhergehenden Jahren dieſes Jahrhunderts.

I.

Die Sonne, als Centralkörper.

Die Weltleuchte (lucerna Mundi), welche in der Mitte thront, wie Copernicus[3] die Sonne nennt, ist das allbelebende, pulsirende Herz des Universums nach Theon dem Smyrnäer[4]; sie ist der Urquell des Lichtes und der strahlenden Wärme, der Erreger vieler irdischen electro-magnetischen Processe, ja des größeren Theils der organischen Lebensthätigkeit, besonders der vegetabilischen, auf unserem Planeten. Die Sonne bringt, wenn man ihre Kraftäußerungen in der größten Verallgemeinerung bezeichnen will, Veränderungen auf der Oberfläche der Erde hervor: theils durch Massen-Attraction, wie in der Ebbe und Fluth des Oceans, wenn man von der ganzen Wirkung den Theil abzieht, welcher der Lunar-Anziehung gehört; theils durch licht- und wärme-erregende Wallungen (Transversal-Schwingungen) des Aethers, wie in der befruchtenden Vermischung der Luft- und Wasserhüllen des Planeten (bei dem Contact der Atmosphäre mit dem verdunstenden flüssigen Elemente im Meere, in Landseen und Flüssen). Sie wirkt in den durch Wärme-Unterschiede erregten atmosphärischen und oceanischen Strömungen, deren letztere seit Jahrtausenden fortfahren (doch in schwächerem Grade) Geröll-Schichten aufzuhäufen oder entblößend mit sich fortzureißen, und so die Oberfläche des angeschwemmten Landes umzuwandeln; sie wirkt in der Erzeugung

und Unterhaltung der electro-magnetiſchen Thätigkeit der Erd-
rinde und der des Sauerſtoff-Gehaltes der Atmoſphäre; bald
ſtill und ſanft chemiſche Ziehkräfte erzeugend, und das organiſche
Leben mannigfach in der Endosmoſe der Zellen-Wandung,
in dem Gewebe der Muskel- und Nervenfaſer beſtimmend;
bald Lichtproceſſe im Luftkreiſe (farbig flammendes Polarlicht,
Donnerwetter, Orkane und Meerſäulen) hervorrufend.

Haben wir hier verſucht die ſolaren Einflüſſe, in
ſo fern ſie ſich nicht auf die Achſenſtellung und Bahn unſeres
Weltkörpers beziehen, in Ein Gemälde zuſammenzudrängen;
ſo iſt es, um durch Darſtellung des Zuſammenhanges großer
und auf den erſten Blick heterogen ſcheinender Phänomene
recht überzeugend zur Anſchauung zu bringen: wie die phyſiſche
Natur in dem Buche vom Kosmos als ein durch innere,
oft ſich ausgleichende Kräfte bewegtes und belebtes
Ganzes zu ſchildern ſei. Aber die Lichtwellen wirken nicht
bloß zerſetzend und wieder bindend auf die Körperwelt, ſie rufen
nicht bloß hervor aus der Erde die zarten Keime der Pflanzen,
erzeugen den Grünſtoff (Chlorophyll) in den Blättern und
färben duftende Blüthen, ſie wiederholen nicht bloß tauſend-
und aber tauſendfach reflectirte Bilder der Sonne, im an-
muthigen Spiel der Welle wie im bewegten Grashalm der
Wieſe; das Himmelslicht in den verſchiedenen Abſtufungen
ſeiner Intenſität und Dauer ſteht auch in geheimnißvollem
Verkehr mit dem Inneren des Menſchen, mit ſeiner geiſtigen
Erregbarkeit, mit der trüben oder heiteren Stimmung des
Gemüths: Caeli tristitiam discutit Sol et humani nubila
animi serenat (Plin. Hist. nat. II, 6).

Bei jedem der zu beſchreibenden Weltkörper laſſe ich d
numeriſchen Angaben dem vorangehen, was hier, r

Ausnahme der Erde, von ihrer physischen Beschaffenheit wir [illegible] beizubringen sein. Die Anordnung der Resultate in Zahle[illegible] ist ohngefähr dieselbe wie in der vortrefflichen „Uebersicht de[illegible] Sonnensystems" von Hansen[5], doch mit numerischen Veränderun[illegible] gen und Zusätzen: da seit dem Jahre 1837, in dem Hanse[illegible] schrieb, eilf Planeten und drei Trabanten entdeckt worden sin[illegible].

Die mittlere Entfernung des Centrums der Sonne vo[illegible] der Erde ist nach Encke's nachträglicher Correction der Sonnen[illegible] Parallaxe (Abhandl. der Berl. Akad. 1835 S. 30[illegible]) 20682000 geogr. Meilen, deren 15 auf einen Grad d[illegible] Erd-Aequators gehen, und deren jede nach Bessel's Unte[illegible]suchung von zehn Gradmessungen (Kosmos Bd. I. S. 42[illegible]) genau 3807,23 Toisen oder $22843\frac{38}{100}$ Pariser Fuß zählt.

Das Licht braucht, um von der Sonne auf die Er[illegible]de zu gelangen, d. i. um den Halbmesser der Erdbahn zu dur[illegible]chlaufen, nach den Aberrations-Beobachtungen von Stru[illegible]ve 8′ 17″,78 (Kosmos Bd. III. S. 91 und 127 Anm. 5[illegible]): weshalb der wahre Ort der Sonne dem scheinbaren [illegible]um 20″,445 voraus ist.

Der scheinbare Durchmesser der Sonne in der mittle[illegible]ren Entfernung derselben von der Erde ist 32′ 1″,8: also n[illegible]nur 54″,8 größer als die Mondscheibe in mittlerer Entfern[illegible]ung von uns. Im Perihel, wenn wir im Winter der Sonne [illegible]am nächsten sind, hat sich der scheinbare Sonnen-Durchme[illegible]sser vergrößert bis 32′ 34″,6; im Aphel, wenn wir im Som[illegible]mer von der Sonne am fernsten sind, ist der scheinbare Sonn[illegible]en-Durchmesser verkleinert bis 31′ 30″,1.

Der wahre Durchmesser der Sonne ist 192700 geogr. Meilen, oder mehr denn 112mal größer als der Durchmesser der Erde.

Die Sonnenmasse ist nach Encke's Berechnung der Pendelformel von Sabine das 359551fache der Erdmasse oder das 355499fache von Erde und Mond zusammen (vierte Abh. über den Cometen von Pons in den Schr. der Berl. Akad. 1842 S. 5); demnach ist die Dichtigkeit der Sonne nur ohngefähr ¼ (genauer 0,252) der Dichtigkeit der Erde.

Die Sonne hat an 600mal mehr Volum und nach Galle 738mal mehr Masse als alle Planeten zusammengenommen. Um gewissermaßen ein sinnliches Bild von der Größe des Sonnenkörpers zu entwerfen, hat man daran erinnert: daß, wenn man sich die Sonnenkugel ganz ausgehöhlt und die Erde im Centrum denkt, noch Raum für die Mondbahn sein würde, wenn auch die halbe Axe der Mondbahn um mehr als 40000 Geogr. Meilen verlängert würde.

Die Sonne dreht sich in 25½ Tagen um ihre Achse. Der Aequator ist um 7° ½ gegen die Ekliptik geneigt. Nach Laugier's sehr sorgfältigen Beobachtungen (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XV. 1842 p. 941) ist die Rotations-Zeit $25^{34}/_{100}$ Tage (oder $25^{\text{T}}\ 8^{\text{St}}\ 9^{\text{M}}$) und die Neigung des Aequators 7° 9′.

Die Vermuthungen, zu denen die neuere Astronomie allmälig über die physische Beschaffenheit der Oberfläche der Sonne gelangt ist, gründen sich auf lange und sorgfältige Beobachtung der Veränderungen, welche in der selbstleuchtenden Scheibe vorgehen. Die Reihenfolge und der Zusammenhang dieser Veränderungen (der Entstehung der Sonnenflecken, des Verhältnisses der Kernflecke von tiefer Schwärze zu den sie umgebenden aschgrauen Höfen oder Penumbren) hat auf die Annahme geleitet: daß der Sonnenkörper selbst fast ganz

unkel, aber in einer großen Entfernung von einer Lichthülle e
umgeben sei; daß in der Lichthülle durch Strömungen vo n
unten nach oben trichterförmige Oeffnungen entstehen, und da — s
der schwarze Kern der Flecken ein Theil des dunklen Sonne
körpers selbst sei, welcher durch jene Oeffnung sichtbar werd.
Um diese Erklärung, die wir hier nur vorläufig in größt r
Allgemeinheit geben, für das Einzelne der Erscheinungen a f
der Sonnen-Oberfläche befriedigender zu machen, werden i n
dem gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft drei U
hüllungen der dunklen Sonnenkugel angenommen: zunäch st
eine innere, wolkenartige Dunsthülle; darüber die Lich t-
hülle (Photosphäre); und über dieser (wie besonders b ie
totale Sonnenfinsterniß vom 8 Juli 1842 erwiesen zu hab en
scheint) eine äußere Wolkenhülle, dunkel oder doch n ur
wenig erleuchtet.[6]

Wie glückliche Ahndungen und Spiele der Phanta sie
(das griechische Alterthum ist voll von solchen, spät erfüllt en
Träumen), lange vor aller wirklichen Beobachtung, bisweil en
den Keim richtiger Ansichten enthalten, so finden wir sch on
in der Mitte des 15ten Jahrhunderts in den Schriften d es
Cardinals Nicolaus von Cusa, im 2ten Buche de docta
ignorantia, deutlich die Meinung ausgedrückt: daß der
Sonnenkörper für sich nur „ein erdhafter Kern sei, der
von einem Lichtkreise wie von einer feinen Hülle umgeben
werde; daß in der Mitte (zwischen dem dunklen Kern und der
Lichthülle?) sich ein Gemisch von wasserhaltigen Wolken und
klarer Luft, gleich unserem Dunstkreise, befinde; daß das Ver-
mögen ein die Vegetation auf der Erde belebendes Licht aus-
zustrahlen nicht dem erdigen Kern des Sonnenkörpers,
sondern der Lichthülle, welche mit demselben verbunden ist,

zugehöre. Dieſe, in der Geſchichte der Aſtronomie bisher ſo wenig beachtete Anſicht der phyſiſchen Beſchaffenheit des Sonnenkörpers hat viel[7] Aehnlichkeit mit den jetzt herrſchenden Meinungen.

Die Sonnenflecken ſelbſt, wie ich früher in den Geſchichts-Epochen der phyſiſchen Weltanſchauung[8] entwickelt, ſind nicht von Galilei, Scheiner oder Harriot, ſondern von Johann Fabricius, dem Oſtfrieſen, zuerſt geſehen und in gedruckten Schriften beſchrieben worden. Sowohl der Entdecker als auch Galilei, wie deſſen Brief an den Principe Ceſi (vom 25 Mai 1612) beweiſt, wußten, daß die Flecken dem Sonnenkörper ſelbſt angehören; aber 10 und 20 Jahre ſpäter behaupteten faſt zugleich ein Canonicus von Sarlat, Jean Tarde, und ein belgiſcher Jeſuit, daß die Sonnenflecken Durchgänge kleiner Planeten wären. Der Eine nannte ſie Sidera Borbonia, der Andere Sidera Austriaca.[9] Scheiner bediente ſich zuerſt bei Sonnen-Beobachtungen der, ſchon 70 Jahre früher von Apian (Bienewitz) im Astronomicum Caesareum vorgeſchlagenen, auch von belgiſchen Piloten längſt gebrauchten, blauen und grünen Blendgläſer[10], deren Nichtgebrauch viel zu Galilei's Erblindung beigetragen hat.

Die beſtimmteſte Aeußerung über die Nothwendigkeit der Annahme einer dunklen Sonnenkugel, welche von einer Lichthülle (Photoſphäre) umgeben ſei, finde ich, durch wirkliche Beobachtung, nach Entdeckung der Sonnenflecken, hervorgerufen, zuerſt bei dem großen Dominicus Caſſini[11] etwa um das Jahr 1671. Nach ihm iſt die Sonnenſcheibe, die wir ſehen, „ein Licht-Ocean, welcher den feſten und dunkelen Kern der Sonne umgiebt; gewaltſame Bewegungen (Aufwallungen), die in der Lichthülle vorgehen, laſſen uns von Zeit zu Zeit

die Berggipfel jenes lichtloſen Sonnenkörpers ſehen. Das ſind die ſchwarzen Kerne im Centrum der Sonnenflecken." Die aſchfarbenen Höfe (Penumbren), von welchen die Kerne umgeben ſind, blieben damals noch unerklärt.

Eine ſinnreiche und ſeitdem vielfach beſtätigte Beobachtung, welche Alexander Wilſon, der Aſtronom von Glasgow, an einem großen Sonnenflecken den 22 Nov. 1769 machte, leitete ihn auf die Erklärung der Höfe. Wilſon entdeckte, daß, ſo wie ein Flecken ſich gegen den Sonnenrand hinbewegt, die Penumbra nach der gegen das Centrum der Sonne gekehrten Seite in Vergleich mit der entgegengeſetzten Seite allmälig ſchmaler und ſchmaler wird. Der Beobachter ſchloß ſehr richtig [12] aus dieſen Dimenſions-Verhältniſſen im Jahr 1774, daß der Kern des Fleckens (der durch die trichterförmige Excavation in der Lichthülle ſichtbar werdende Theil des dunklen Sonnenkörpers) tiefer liege als die Penumbra, und daß dieſe von den abhängigen Seitenwänden des Trichters gebildet werde. Dieſe Erklärungsweiſe beantwortete aber noch nicht die Frage, warum die Höfe am lichteſten nahe bei den Kernflecken ſind?

In ſeinen „Gedanken über die Natur der Sonne und die Entſtehung ihrer Flecken" entwickelte, ohne Wilſon's frühere Abhandlung zu kennen, unſer Berliner Aſtronom Bode mit der ihm eigenthümlichen populären Klarheit ganz ähnliche Ideen. Er hat dazu das Verdienſt gehabt die Erklärung der Penumbra dadurch zu erleichtern, daß er, faſt wie in den Ahndungen des Cardinals Nicolaus von Cuſa, zwiſchen der Photoſphäre und dem dunklen Sonnenkörper noch eine wolkige Dunſtſchicht annahm. Dieſe Hypotheſe von zwei Schichten führt zu folgenden Schlüſſen: Entſteht in weniger häufigen

Fällen in der Photosphäre allein eine Oeffnung und nicht zugleich in der trüben unteren, von der Photosphäre sparsam erleuchteten Dunstschicht; so reflectirt diese ein sehr gemäßigtes Licht gegen den Erdbewohner, und es entsteht eine graue Penumbra, ein bloßer Hof ohne Kern. Erstreckt sich aber, bei stürmischen meteorologischen Processen an der Oberfläche des Sonnenkörpers, die Oeffnung durch beide Schichten (durch die Licht- und die Wolkenhülle) zugleich; so erscheint in der aschfarbigen Penumbra ein Kernflecken: „welcher mehr oder weniger Schwärze zeigt, je nachdem die Oeffnung in der Oberfläche des Sonnenkörpers sandiges oder felsiges Erdreich, oder Meere trifft". [13] Der Hof, welcher den Kern umgiebt, ist wieder ein Theil der äußeren Oberfläche der Dunstschicht; und da diese wegen der Trichterform der ganzen Excavation weniger geöffnet ist als die Photosphäre, so erklärt der Weg der Lichtstrahlen, welche, zu beiden Seiten, an den Rändern der unterbrochenen Hüllen hinstreifen und zu dem Auge des Beobachters gelangen, die von Wilson zuerst aufgefundene Verschiedenheit in den gegenüberstehenden Breiten der Penumbra, je nachdem der Kernflecken sich von dem Centrum der Sonnenscheibe entfernt. Wenn, wie Laugier mehrmals bemerkt hat, sich der Hof über den schwarzen Kernflecken selbst hinzieht und dieser gänzlich verschwindet, so ist die Ursach davon die, daß nicht die Photosphäre, aber wohl die Dunstschicht unter derselben ihre Oeffnung geschlossen hat.

Ein Sonnenflecken, der im Jahr 1779 mit bloßen Augen sichtbar war, leitete glücklicherweise William Herschel's gleich geniale Beobachtungs- und Combinationsgabe auf den Gegenstand, welcher uns hier beschäftigt. Wir besitzen die Resultate seiner großen Arbeit, die das Einzelnste in einer sehr bestimmten,

von ihm festgesetzten Nomenclatur behandelt, in zwei Jahrgängen der Philosophical Transactions, von 1795 und 1801. Wie gewöhnlich, geht der große Mann auch hier wieder seinen eigenen Weg; er nennt bloß einmal Alexander Wilson. Das Allgemeine der Ansicht ist identisch mit der von Bode, seine Construction der Sichtbarkeit und Dimensionen des Kernes und der Penumbra (Phil. Transact. 1801 p. 270 und 318, Tab. XVIII fig. 2) gründet sich auf die Annahme einer Oeffnung in zwei Umhüllungen; aber zwischen der Dunsthülle und dem dunklen Sonnenkörper setzt er noch (p. 302) eine helle Luft-Atmosphäre (clear and transparent), in welcher die dunklen oder wenigstens nur durch Reflex schwach erleuchteten Wolken etwa 70 bis 80 geogr. Meilen hoch hangen. Eigentlich scheint Wilhelm Herschel geneigt auch die Photosphäre nur als eine Schicht unzusammenhangender phosphorischer Wolken von sehr rauher (ungleicher) Oberfläche zu betrachten. „Ein elastisches Fluidum unbekannter Natur scheint ihm aus der Rinde oder von der Oberfläche des dunklen Sonnenkörpers aufzusteigen, und in den höchsten Regionen bei einer schwachen Wirkung nur kleine Lichtporen, bei heftiger, stürmischer Wirkung große Oeffnungen und mit ihnen Kernflecken, die von Höfen (shallows) umgeben sind, zu erzeugen.

Die, selten runden, fast immer eingerissen eckigen, durch einspringende Winkel charakterisirten, schwarzen Kernflecken sind oft von Höfen umgeben, welche dieselbe Figur in vergrößertem Maaßstabe wiederholen. Es ist kein Uebergang der Farbe des Kernfleckens in den Hof, oder des Hofes, welcher bisweilen faserig ist, in die Photosphäre bemerkbar. Capocci und ein sehr fleißiger Beobachter, Pastorff (zu Buchholz in der

Mark), haben die eckigen Formen der Kerne ſehr genau abgebildet (Schum. Aſtr. Nachr. No. 115 S. 316, No. 133 S. 291 und No. 144 S. 471). William Herſchel und Schwabe ſahen die Kernflecken durch glänzende Lichtadern, ja wie durch Lichtbrücken (luminous bridges) getheilt; Phänomene wolkenartiger Natur aus der zweiten, die Höfe erzeugenden Schicht. Solche ſonderbaren Geſtaltungen, wahrſcheinlich Folgen aufſteigender Ströme, die tumultuariſchen Entſtehungen von Flecken, Sonnenfackeln, Furchen und hervorragenden Streifen (Kämmen von Lichtwellen) deuten nach dem Aſtronomen von Slough auf ſtarke Licht-Entbindung; dagegen deutet nach ihm „Abweſenheit von Sonnenflecken und der ſie begleitenden Erſcheinungen auf Schwäche der Combuſtion, und daher minder wohlthätige Wirkung auf die Temperatur unſeres Planeten und das Gedeihen der Vegetation.“ Durch dieſe Ahndungen wurde William Herſchel zu dem Verſuche geleitet, die Abweſenheit von Sonnenflecken in den Jahren 1676—1684 (nach Flamſteed), von 1686—1688 (nach Dominicus Caſſini), von 1695—1700, von 1795—1800 mit den Kornpreiſen und den Klagen über ſchlechte Erndten zu vergleichen.[14] Leider! wird es aber immer an der Kenntniß numeriſcher Elemente fehlen, auf welche ſich auch nur eine muthmaßliche Löſung eines ſolchen Problems gründen könnte: nicht etwa bloß, wie der immer ſo umſichtige Aſtronom ſelbſt bemerkt, weil die Kornpreiſe in einem Theile von Europa nicht den Maaßſtab für den Vegetations-Zuſtand des ganzen Continents abgeben können; ſondern vorzüglich weil aus der Verminderung der mittleren Jahres-Temperatur, ſollte ſie auch ganz Europa umfaſſen, ſich keineswegs auf eine geringere Quantität Wärme ſchließen läßt, welche in demſelben

Jahre der Erdkörper von der Sonne empfangen hat. Au[redacted]s Dove's Unterſuchungen über die nicht periodiſchen Temperatur[redacted]: Aenderungen ergiebt ſich, daß **Witterungs-Gegenſätze** [redacted]e ſtets **ſeitlich** (zwiſchen faſt gleichen Breitenkreiſen) neben ein[redacted]r ander liegen. Unſer Continent und der gemäßigte Theil vor[redacted]n Nordamerika bilden in der Regel ſolch einen Gegenſatz. Wen[redacted]n wir hier ſtrenge Winter erleiden, ſo ſind ſie dort milde, un[redacted]d umgekehrt: — Compenſationen in der räumlichen Wärme-Ver[redacted]: theilung, welche da, wo nahe oceaniſche Verbindungen fat[redacted]t finden, wegen des unbeſtreitbaren Einfluſſes der mittlere[redacted]n Quantität der Sommerwärme auf den Vegetations-Cyclus un[redacted]d demnach auf das Gedeihen der Cerealien, von den wohlthä[redacted]: tigſten Folgen für die Menſchheit ſind.

Wie William Herſchel der Thätigkeit des Centralkörper[redacted], dem Proceſſe, deſſen Folgen die Sonnenflecken ſind, eine Zu[redacted]: nahme der Wärme auf dem Erdkörper zuſchrieb, ſo hatte fa[redacted]t drittehalb Jahrhunderte früher Batiſta Baliani in einem Brie[redacted]e an Galilei die Sonnenflecken als erkältende Potenzen geſchil[redacted]: dert[15]. Dieſem Reſultate würde ſich auch nähern der Verſuch[redacted], welchen der fleißige Aſtronom Gautier[16] in Genf gemach[redacted] hatte, vier Perioden von vielen und wenigen Flecken auf der Sonnenſcheibe (von 1827—1843) mit den mittleren Tempe- raturen zu vergleichen, welche 33 europäiſche und 29 ameri- kaniſche Stationen ähnlicher Breiten darboten. Es offenbaren in dieſer Vergleichung ſich wieder, durch poſitive und negative Unterſchiede ausgedrückt, die **Gegenſätze** der einander gegen- überſtehenden atlantiſchen Küſten. Die Endreſultate geben aber für die erkältende Kraft, die hier den Sonnenflecken zugeſchrieben wird, kaum $0^0,42$ Cent., welche ſelbſt für die bezeichneten Localitäten den Fehlern der Beobachtung und den

Windrichtungen eben so gut als den Sonnenflecken zuzuschreibe sein können.

Es bleibt uns übrig noch von einer dritten Un hüllung der Sonne zu reden, deren wir schon oben erwähn Sie ist die äußerste von allen, bedeckt die Photosphäre (di selbstleuchtende Lichthülle), und ist wolkig und unvollkomme durchscheinend. Merkwürdige Phänomene, röthliche, berg oder flammenartige Gestalten, welche während der totale Sonnenfinsterniß vom 8 Juli 1842, wenn auch nicht zu ersten Male, doch viel deutlicher, und gleichzeitig von mehrere der geübtesten Beobachter gesehen wurden, haben zu der An nahme einer solchen dritten Hülle geführt. Arago hat m großem Scharfsinn, nach gründlicher Prüfung der einzelne Beobachtungen, in einer eigenen Abhandlung[17] die Motiv aufgezählt, welche diese Annahme nothwendig machen. E hat gleichzeitig erwiesen, daß seit 1706 in totalen oder ring förmigen Sonnenfinsterniſſen bereits 8mal ähnliche rothe rand artige Hervorragungen beschrieben worden sind.[18] Am 8 Jul 1842 sah man, als die scheinbar größere Mondscheibe di Sonne ganz bedeckte, nicht bloß einen weißlichen[19] Schein al Krone oder leuchtenden Kranz die Mondscheibe umgeben; ma sah auch, wie auf ihrem Rande wurzelnd, zwei oder dre Erhöhungen: welche einige der Beobachter mit röthlichen zackigen Bergen; andere mit gerötheten Eismassen; noch ander mit unbeweglichen, gezahnten, rothen Flammen verglichen Arago, Laugier und Mauvais in Perpignan, Petit in Mont pellier, Airy auf der Superga, Schumacher in Wien un viele andere Astronomen stimmten in den Hauptzügen de Endresultate, trotz der großen Verschiedenheit der angewandte Fernröhre, vollkommen mit einander überein. Die Erhöhunge

erſchienen nicht immer gleichzeitig; an einigen Orten werden
ſie ſogar mit dem unbewaffneten Auge erkannt. Die Schätzung
der Höhenwinkel fiel allerdings verſchieden aus; die ſicherſte
iſt wohl die von Petit, dem Director der Sternwarte zu
Toulouſe. Sie war 1′ 45″; und würde, wenn die Erhaben-
heiten wirkliche Sonnenberge wären, Höhen von 10000
geogr. Meilen geben: das iſt faſt ſiebenmal der Durchmeſſer
der Erde, während dieſer nur 112mal im Durchmeſſer der
Sonne enthalten iſt. Die Geſammtheit der discutirten Er-
ſcheinungen hat zu der ſehr wahrſcheinlichen Hypotheſe geführt,
daß jene rothen Geſtalten Aufwallungen in der dritten
Hülle ſind; Wolkenmaſſen, welche die Photoſphäre er-
leuchtet[20] und färbt. Arago, indem er dieſe Hypotheſe auf-
ſtellt, äußert zugleich die Vermuthung, daß das tiefe Dunkel
des blauen Himmels, welches ich ſelbſt auf den höchſten Cor-
dilleren mit den, freilich noch bis jetzt ſo unvollkommenen
Inſtrumenten gemeſſen, bequem Gelegenheit darbieten könne
jene bergartigen Wolken des äußerſten Dunſtkreiſes der Sonne
häufig zu beobachten.[21]

Wenn man die Zone betrachtet, in welcher die Sonnen-
flecken am gewöhnlichſten gefunden werden (es beſchreiben die-
ſelben bloß am 8 Juni und 9 December gerade, und dazu
unter ſich und dem Sonnen-Aequator parallele, nicht concav
oder conver gekrümmte Linien auf der Sonnenſcheibe); ſo iſt
es gleich charakteriſtiſch, daß ſie ſelten in der Aequatorial-
Gegend von 3° nördlicher bis 3° ſüdlicher Breite geſehen
werden, ja in der Polargegend gänzlich fehlen. Sie ſind
im ganzen am häufigſten zwiſchen 11° und 15° nördlich vom
Aequator; und überhaupt in der nördlichen Hemiſphäre häufiger
oder, wie Sömmering will, dort ferner vom Aequator zu ſehen

als in der südlichen Hemisphäre (Outlines § 393, Capreise p. 433). Schon Galilei bestimmte als äußerste Grenzen nördlicher und südlicher heliocentrischer Breite 29°. Sir John Herschel erweitert diese Grenzen bis 35°; eben so Schwabe (Schum. Astr. Nachr. No. 473). Einzelne Flecken hat Laugier (Comptes rendus T. XV. p. 944) bis 41°, Schwabe bis 50° aufgefunden. Zu den größten Seltenheiten gehört ein Flecken, welchen La Hire unter 70° nördl. Breite beschreibt.

Die eben entwickelte Vertheilung der Flecken auf der Sonnenscheibe, ihre Seltenheit unter dem Aequator selbst und in der Polargegend, ihre Reihung parallel dem Aequator haben Sir John Herschel zu der Vermuthung veranlaßt, daß Hindernisse, welche die dritte, dunstförmige, äußerste Umhüllung an einigen Punkten der Entweichung der Wärme entgegensetzen kann, Strömungen in der Sonnen-Atmosphäre von den Polen zum Aequator erzeugen: denen ähnlich, welche auf der Erde, wegen der Geschwindigkeits-Verschiedenheit unter jedem der Parallelkreise, die Ursach der Passatwinde und der Windstillen nahe am Aequator sind. Einzelne Flecken zeigen sich so permanent, daß sie, wie der große von 1779, sechs volle Monate lang immer wiederkehren. Schwabe hat dieselbe Gruppe 1840 achtmal verfolgen können. Ein schwarzer Kernflecken, welcher in der, von mir so viel benutzten Capreise von Sir John Herschel abgebildet ist, wurde durch genaue Messung so groß gefunden, daß, wenn unser ganzer Erdball durch die Oeffnung der Photosphäre wäre geworfen worden, noch auf jeder Seite ein freier Raum von mehr als 230 geogr. Meilen übrig geblieben wäre. Sömmering macht darauf aufmerksam, daß es an der Sonne gewisse Meridian-Streifen giebt,

in denen er viele Jahre lang nie einen Sonnenflecken hat entstehen ſehen (Thilo de Solis maculis á Soemmeringio observatis 1828 p. 22). Die ſo verſchiedenen Angaben der Umlaufszeit der Sonne ſind keineswegs der Ungenauigkeit der Beobachtung allein zuzuſchreiben; ſie rühren von der Eigenſchaft einiger Flecken her, ſelbſt ihren Ort auf der Scheibe zu verändern. Laugier hat dieſem Gegenſtand eine ſpecielle Unterſuchung gewidmet, und Flecken beobachtet, welche einzeln Rotationen von 24ᵀ,28 und 26ᵀ,46 gebe[n] würden. Unſere Kenntniß von der wirklichen Rotationsze[it] der Sonne kann daher nur als das Mittel aus einer groß[en] Zahl von beobachteten Flecken gelten, welche durch Permanen[z] der Geſtaltung und durch Unveränderlichkeit des Abſtande[s] von anderen, gleichzeitigen Flecken Sicherheit gewähren.

Obgleich für den, welcher unbewaffneten Auges mit Abſic[ht] die Sonnenſcheibe durchſpäht, viel öfter deutlich Sonnenflecke[n] erkennbar werden, als man gewöhnlich glaubt; ſo findet ma[n] doch bei ſorgfältiger Prüfung zwiſchen den Anfängen des 9te[n] und des 17ten Jahrhunderts kaum zwei bis drei Erſcheinunge[n] aufgezeichnet, welchen man Vertrauen ſchenken kann. Ich rechne dahin: aus den, zuerſt einem Aſtronomen aus dem Benedictiner-Orden, ſpäter dem Eginhard zugeſchriebenen Annalen der fränkiſchen Könige, den ſogenannten achttägigen Aufenthalt des Merkur in der Sonnenſcheibe im Jahr 807; den 91 Tage dauernden Durchgang der Venus durch die Sonne unter dem Chalifen Al-Motaßem im Jahr 840; die Signa in Sole im Jahr 1096 nach Staindelii Chronicon. Die Epochen von räthſelhaften geſchichtlichen Verdunkelungen der Sonne oder, wie man ſich genauer ausdrücken ſollte, von mehr oder weniger lange dauernder Verminderung

der Tageshelle, haben mich seit Jahren, als meteorologische oder vielleicht kosmische Erscheinungen, zu speciellen Untersuchungen[22] veranlaßt. Da große Züge von Sonnenflecken (Hevelius beobachtete dergleichen am 20 Juli 1643, welche den dritten Theil der Scheibe bedeckten) immer von vielen Sonnenfackeln begleitet sind, so bin ich wenig geneigt jene Verdunkelungen, bei denen zum Theil Sterne, wie in totalen Sonnenfinsternissen, sichtbar wurden, den Kernflecken zuzuschreiben.

Die Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annalisten Kunde geben, können, glaube ich, schon ihrer vielstündigen Dauer wegen (nach Du Séjour's Berechnung ist die längste mögliche Dauer einer totalen Verfinsterung der Sonne für den Aequator 7′ 58″, für die Breite von Paris nur 6′ 10″), möglicherweise in drei ganz verschiedenen Ursachen gegründet sein: 1) in dem gestörten Proceß der Licht-Entbindung, gleichsam in einer minderen Intensität der Photosphäre; 2) in Hindernissen (größerer und dichterer Wolkenbildung), welche die äußerste, opake Dunsthülle, die, welche die Photosphäre umgiebt, der Licht- und Wärmestrahlung der Sonne entgegensetzt; 3) in der Verunreinigung unserer Atmosphäre: wie durch verdunkelnden, meist organischen, Passatstaub, durch Tintenregen oder mehrtägigen, von Macgowan beschriebenen, chinesischen Sandregen. Die zweite und dritte der genannten Ursachen erfordern keine Schwächung des, vielleicht electro-magnetischen Lichtprocesses (des perpetuirlichen Polarlichtes[23]) in der Sonnen-Atmosphäre; die letzte Ursach schließt aber das Sichtbar-Werden von Sternen am Mittag aus, von dem so oft bei jenen räthselhaften, nicht umständlich genug beschriebenen Verfinsterungen die Rede ist.

Aber nicht bloß die Existenz der dritten und äußersten Umhüllung der Sonne, sondern die Vermuthungen über die ganze physische Constitution des Centralkörpers unseres Planetensystems werden bekräftigt durch Arago's Entdeckung der chromatischen Polarisation. „Ein Lichtstrahl, welcher viele Millionen Meilen weit aus den fernsten Himmelsräumen zu unserem Auge gelangt, verkündigt im Polariscop gleichsam von selbst, ob er reflectirt oder gebrochen sei; ob er von einem festen, von einem tropfbar-flüssigen oder von einem gasförmigen Körper emanirt: er verkündigt sogar den Grad seiner Intensität." (Kosmos Bd. I. S. 35, Bd. II. S. 370.) Es ist wesentlich zu unterscheiden zwischen dem natürlichen Lichte, wie es unmittelbar (direct) der Sonne, den Fixsternen oder Gasflammen entströmt und durch Reflexion von einer Glasplatte unter einem Winkel von 35° 25′ polarisirt wird; und zwischen dem polarisirten Lichte, das als solches gewisse Substanzen (glühende, sowohl feste als tropfbar-flüssige Körper) von selbst ausstrahlen. Das polarisirte Licht, welches die eben genannten Classen von Körpern geben, kommt sehr wahrscheinlich aus ihrem Inneren. Indem es aus einem dichteren Körper in die dünnen umgebenden Luftschichten tritt, wird es an der Oberfläche gebrochen; und bei diesem Vorgange kehrt ein Theil des gebrochenen Strahls nach dem Inneren zurück und wird durch Reflexion polarisirtes Licht, während der andere Theil die Eigenschaften des durch Refraction polarisirten Lichtes darbietet. Das chromatische Polariscop unterscheidet beide durch die entgegengesetzte Stellung der farbigen Complementar-Bilder. Mittelst sorgfältiger Versuche, die über das Jahr 1820 hinausreichen, hat Arago erwiesen, daß ein glühender fester Körper (z. B. eine rothglühende eiserne Kugel)

oder ein leuchtendes geſchmolzenes, fließendes Metall in Strahlen, die in perpendicularer Richtung ausſtrömen, bloß natürliches Licht geben: während die Lichtſtrahlen, welche unter ſehr kleinen Winkeln von den Rändern zu unſerem Auge gelangen, polariſirt ſind. Wurde nun daſſelbe optiſche Werkzeug, durch welches man beide Lichtarten ſcharf von einander unterſcheidet, das Polariſcop, auf Gasflammen angewendet; ſo war keine Polariſation zu entdecken, ſollten auch die Lichtſtrahlen unter noch ſo kleinen Winkeln emaniren. Wenn gleich ſelbſt in den gasförmigen Körpern das Licht im Inneren erzeugt wird, ſo ſcheint doch bei der ſo geringen Dichtigkeit der Gas-Schichten weder der längere Weg die ſehr obliquen Lichtſtrahlen an Zahl und Stärke zu ſchwächen, noch der Austritt an der Oberfläche, der Uebergang in ein anderes Medium, Polariſation durch Refraction zu erzeugen. Da nun die Sonne ebenfalls keine Spur von Polariſation zeigt, wenn man das Licht, welches in ſehr obliquer Richtung unter bedeutend kleinen Winkeln von den Rändern ausſtrömt, im Polariſcop unterſucht; ſo folgt aus dieſer wichtigen Vergleichung, daß das, was in der Sonne leuchtet, nicht aus dem feſten Sonnenkörper, nicht aus etwas tropfbar-flüſſigem, ſondern aus einer gasförmigen ſelbſtleuchtenden Umhüllung kommt. Wir haben hier eine materielle phyſiſche Analyſe der Photoſphäre.

Daſſelbe Inſtrument hat aber auch zu dem Schluſſe geführt, daß die Intenſität des Lichtes in dem Centrum der Sonnenſcheibe nicht größer als die der Ränder iſt. Wenn die zwei complementaren Farbenbilder der Sonne, das rothe und blaue, ſo über einander geſchoben werden, daß der Rand des einen Bildes auf das Centrum des anderen fällt, ſo entſteht ein vollkommenes Weiß. Wäre die Intenſität des Lichts in

den verſchiedenen Theilen der Sonnenſcheibe nicht dieſelbe [illegible]e, wäre z. B. das Centrum der Sonne leuchtender als der Rand [illegible]b; ſo würde, bei dem theilweiſen Decken der Bilder, in den [illegible]m gemeinſchaftlichen Segmente des blauen und rothen Discu[illegible]s nicht ein reines Weiß, ſondern ein blaſſes Roth erſcheinen [illegible]n, weil die blauen Strahlen nur vermögend wären einen The[illegible]ll der häufigeren rothen Strahlen zu neutraliſiren. Erinnern [illegible]n wir uns nun wieder, daß in der gasförmigen Photoſphä[illegible]re der Sonne, ganz im Gegenſatz mit dem, was in feſten ode[illegible]er tropfbar-flüſſigen Körpern vorgeht, die Kleinheit der Winkel [illegible]l, unter welchen die Lichtſtrahlen emaniren, nicht ihre Zahl a[illegible] den Rändern vermindert; ſo würde, da derſelbe Viſionswinke[illegible]l an den Rändern eine größere Menge leuchtender Punkte umfaß[illegible]t als in der Mitte der Scheibe, nicht auf die Compenſation z[illegible]u rechnen ſein, welche, wäre die Sonne eine leuchtende eiſern[illegible]e Kugel, alſo ein feſter Körper, an den Rändern zwiſchen de[illegible]n entgegengeſetzten Wirkungen der Kleinheit des Strahlungs[illegible]- winkels und des Umfaſſens einer größeren Zahl von Licht[illegible]- punkten unter demſelben Viſionswinkel ſtatt fände. Die ſelbſt[illegible]- leuchtende gasförmige Umhüllung, d. i. die uns ſichtbare [illegible]e Sonnenſcheibe, müßte ſich alſo im Widerſpruch mit den An[illegible]- zeigen des Polariſcops, welches den Rand und die Mitte von [illegible]n gleicher Intenſität gefunden, leuchtender in dem Centrum als [illegible]s an dem Rande darſtellen. Daß dem nicht ſo iſt, wird der [illegible]- äußerſten, trüben Dunſthülle zugeſchrieben, welche die Photo- ſphäre umgiebt, und das Licht vom Centrum minder dämpft als die auf langem Wege die Dunſthülle durchſchneidenden Lichtſtrahlen der Ränder.[24] Bouguer und Laplace, Airy und Sir John Herſchel ſind den hier entwickelten Anſichten meines Freundes entgegen; ſie halten die Intenſität des Lichtes der

Ränder für ſchwächer als die des Centrums, und der zuletzt genannte unter den berühmten Phyſikern und Aſtronomen erinnert[25]: „daß, nach den Geſetzen des Gleichgewichts, dieſe äußere Dunſthülle eine mehr abgeplattete, ſphäroidiſche Geſtalt haben müſſe als die darunter liegenden Hüllen; ja daß die größere Dicke, welche der Aequatorial-Gegend zukommt, einen Unterſchied in der Quantität der Licht-Ausſtrahlung hervorbringen möchte." Arago iſt in dieſem Augenblick mit Verſuchen beſchäftigt, durch die er nicht bloß ſeine eigenen Anſichten prüfen, ſondern auch die Reſultate der Beobachtung auf genaue numeriſche Verhältniſſe zurückführen wird.

Die Vergleichung des Sonnenlichts mit den zwei intenſivſten künſtlichen Lichtern, welche man bisher auf der Erde hat hervorbringen können, giebt, nach dem noch ſo unvollkommenen Zuſtande der Photometrie, folgende numeriſche Reſultate: In den ſcharfſinnigen Verſuchen von Fizeau und Foucault war Drummond's Licht (hervorgebracht durch die Flamme der Oxyhydrogen-Lampe, auf Kreide gerichtet) zu dem der Sonnenſcheibe wie 1 zu 146. Der leuchtende Strom, welcher in Davy's Experiment zwiſchen zwei Kohlenſpitzen mittelſt einer Bunſen'ſchen Säule erzeugt wird, verhielt ſich bei 46 kleineren Platten zum Sonnenlichte wie 1 zu 4,2; bei Anwendung ſehr großer Platten aber wie 1 zu 2,5; er war alſo noch nicht dreimal ſchwächer als Sonnenlicht.[26] Wenn man heute noch nicht ohne Erſtaunen vernimmt, daß Drummond's blendendes Licht, auf die Sonnenſcheibe projicirt, einen ſchwarzen Flecken bildet; ſo erfreut man ſich zwiefach der Genialität, mit der Galilei, ſchon 1612, durch eine Reihe von Schlüſſen[27] über die Kleinheit der Entfernung von der Sonne, in welcher die Scheibe der Venus am Himmelsgewölbe nicht

mehr dem bloßem Auge ſichtbar iſt, zu dem Reſultate gelang[illegible]t war, daß der ſchwärzeſte Kern der Sonnenflecken leuchtende[illegible]r ſei als die hellſten Theile des Vollmondes.

William Herſchel ſchätzte (die Intenſität des ganze[illegible]n Sonnenlichts zu 1000 geſetzt) die Höfe oder Penumbren de[illegible]r Sonnenflecken im Mittel zu 469 und den ſchwarzen Kernfle[illegible]ck ſelbſt zu 7. Nach dieſer, wohl nur ſehr muthmaßlichen Ar[illegible]t gabe beſäße, da man die Sonne nach Bouguer für 300000m[illegible]al lichtſtärker als den Vollmond hält, ein ſchwarzer Kernfleck no[illegible]ch über 2000mal mehr Licht als der Vollmond. Der Grad d[illegible]er Erleuchtung der von uns geſehenen Kernflecken: d. i. d[illegible]es an ſich dunklen Körpers der Sonne, erleuchtet durch Reflex v[illegible]on den Wänden der geöffneten Photoſphäre, von der inneren, [illegible]die Penumbren erzeugenden Dunſthülle, und durch das Licht [illegible]der irdiſchen Luftſchichten, durch die wir ſehen; hat ſich auch [illegible]auf eine merkwürdige Weiſe bei einigen Durchgängen des Mer[illegible]kur offenbart. Mit dem Planeten verglichen, welcher uns alsda[illegible]mm die ſchwarze Nachtſeite zuwendet, erſchienen die nahen, dunk[illegible]elſten Kernflecken in einem lichten Braungrau.[28] Ein vortre[illegible]flicher Beobachter, Hofrath Schwabe in Deſſau, iſt bei d[illegible]dem Merkur-Durchgange vom 5ten Mai 1832 auf dieſen Unt[illegible]terſchied der Schwärze zwiſchen Planet und Kernflecken beſond[illegible]ders aufmerkſam geweſen. Mir ſelbſt iſt leider bei dem Du[illegible]rch-gang vom 9 November 1802, welchen ich in Peru beobacht[illegible]tete, da ich zu anhaltend mit Abſtänden von den Fäden beſchäf[illegible]tigt war, die Vergleichung entgangen, obgleich die Merkurſch[illegible]eibe die nahen dunklen Sonnenflecken faſt berührte. Daß die Sonnenflecken bemerkbar weniger Wärme ausſtrahlen als die fleckenloſen Theile der Sonnenſcheibe, iſt ſchon 1815 in Amerika von dem Prof. Henry zu Princeton durch [illegible]eine

Versuche erwiesen worden. Das Bild der Sonne und eines großen Sonnenfleckens wurden auf einen Schirm projicirt und die Wärme-Unterschiede mittelst eines thermo-electrischen Apparats gemessen.[29]

Sei es, daß die Wärmestrahlen sich von den Lichtstrahlen durch andere Längen der Transversal-Schwingungen des Aethers unterscheiden; oder, mit den Lichtstrahlen identisch, nur in einer gewissen Geschwindigkeit von Schwingungen, welche sehr hohe Temperaturen erzeugt, in unseren Organen die Lichtempfindung hervorbringen: so kann die Sonne doch, als Hauptquelle des Lichts und der Wärme, auf unserem Planeten, besonders in dessen gasartiger Umhüllung, im Luftkreise, magnetische Kräfte hervorrufen und beleben. Die frühe Kenntniß thermo-electrischer Erscheinungen in krystallisirten Körpern (Turmalin, Boracit, Topas) und Oersted's große Entdeckung (1820), nach welcher jeder von Electricität durchströmte Leiter während der Dauer des electrischen Stromes bestimmte Einwirkung auf die Magnetnadel hat, offenbarten factisch den Verkehr zwischen Wärme, Electricität und Magnetismus. Auf die Idee solcher Verwandtschaft gestützt, stellte der geistreiche Ampère, der allen Magnetismus electrischen Strömungen zuschrieb, welche in einer senkrecht auf die Achsen der Magnete gerichteten Ebene liegen, die Hypothese auf: daß der Erdmagnetismus (die magnetische Ladung des Erdkörpers) durch electrische Strömungen erzeugt werde, welche den Planeten von Ost nach West umfließen; ja daß die stündlichen Variationen der magnetischen Declination deshalb Folge der mit dem Sonnenstand wechselnden Wärme, als des Erregers der Strömungen, sei. Die thermo-magnetischen Versuche von Seebeck, in welchen Temperatur-Differenzen in

den Verbindungsſtellen eines Kreiſes (von Wismuth u[illegible]d Kupfer oder anderen heterogenen Metallen) eine Ableitung d[illegible] Magnetnadel verurſachen, beſtätigten Ampère's Anſichten.

Eine neue, wiederum glänzende Entdeckung Faraday's[illegible], deren nähere Erörterung faſt mit dem Druck dieſer Blätt[illegible]r zuſammenfällt, wirft ein unerwartetes Licht über dieſen wich[illegible]- tigen Gegenſtand. Während frühere Arbeiten dieſes großen[illegible]n Phyſikers lehrten, daß alle Gasarten diamagnetiſch, d. h.[illegible]. ſich oſt-weſtlich ſtellend, wie Bismuth und Phosphor, ſeien[illegible]n, das Sauerſtoffgas aber am ſchwächſten; wurde durch ſeine letz[illegible]te Arbeit, deren Anfang bis 1847 hinaufreicht, erwieſen: da[illegible]ß Sauerſtoffgas allein unter allen Gasarten ſich wie Eiſe[illegible]n, d. h. in nord-ſüdlicher Achſenſtellung, verhalte; ja daß d[illegible]as Sauerſtoffgas durch Verdünnung und Erhöhung der Temper[illegible]a- tur von ſeiner paramagnetiſchen Kraft verliere. Da die diama[illegible]g- netiſche Thätigkeit der anderen Beſtandtheile der Atmoſphä[illegible]re, des Stickgaſes und der Kohlenſäure, weder durch ihre Au[illegible]s- dehnung noch durch Temperatur-Erhöhung modificirt wird, [illegible]ſo iſt nur die Hülle von Sauerſtoff in Betrachtung zu ziehe[illegible]n, welche den ganzen Erdball „gleichſam wie eine große Kupp[illegible]el von dünnem Eiſenblech umgiebt und von ihm Magnetismus[illegible]s empfängt". Die Hälfte der Kuppel, welche der Sonne zuge[illegible] kehrt iſt, wird weniger paramagnetiſch ſein als die entgegen- geſetzte; und da dieſe Hälften durch Rotation und Revolution um die Sonne ſich immerfort in ihren Grenzen räumlich ver- ändern, ſo iſt Faraday geneigt aus dieſen thermiſchen Ver- hältniſſen einen Theil der Variationen des telluriſchen Magne- tismus auf der Oberfläche herzuleiten. Die durch Experimente begründete Aſſimilation einer einzigen Gasart, des Sauer- ſtoffs, mit dem Eiſen iſt eine wichtige Entdeckung unſerer

Zeit; sie ist um so wichtiger, als der Sauerstoff wahrscheinlich fast die Hälfte aller ponderablen Stoffe in den uns zugänglichen Theilen der Erde bildet. Ohne die Annahme magnetischer Pole in dem Sonnenkörper oder eigener magnetischer Kräfte in den Sonnenstrahlen kann der Centralkörper als ein mächtiger Wärmequell magnetische Thätigkeit auf unserem Planeten erregen.

Die Versuche, welche man gemacht hat, durch vieljährige, an einzelnen Orten angestellte, meteorologische Beobachtungen zu erweisen, daß eine Seite der Sonne (z. B. die, welche am 1 Januar 1846 der Erde zugewandt war) eine stärkere wärmende Kraft als die entgegengesetzte besitze[31], haben eben so wenig zu sichern Resultaten geführt als die sogenannten Beweise der Abnahme des Sonnendurchmessers, geschlossen aus den älteren Greenwicher Beobachtungen von Maskelyne. Fester begründet aber scheint die vom Hofrath Schwabe in Dessau auf bestimmte Zahlenverhältnisse reducirte Periodicität der Sonnenflecken. Keiner der jetzt lebenden Astronomen, die mit vortrefflichen Instrumenten ausgerüstet sind, hat diesem Gegenstand eine so anhaltende Aufmerksamkeit widmen können. Während des langen Zeitraums von 24 Jahren hat Schwabe oft über 300 Tage im Jahre die Sonnenscheibe durchforscht. Da seine Beobachtungen der Sonnenflecken von 1844 bis 1850 noch nicht veröffentlicht waren, so habe ich von seiner Freundschaft erlangt, daß er mir dieselben mitgetheilt, und zugleich auf eine Zahl von Fragen geantwortet hat, die ich ihm vorgelegt. Ich schließe den Abschnitt von der physischen Constitution unseres Centralkörpers mit dem, womit jener Beobachter den astronomischen Theil meines Buches hat bereichern wollen.

„Die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Zahlen

laſſen wohl keinen Zweifel übrig, daß wenigſtens vom Jahre 1826 bis 1850 eine Periode der Sonnenflecken von ohngefähr 10 Jahren in der Art ſtatt gefunden hat: daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen iſt. Ich habe keine Gelegenheit gehabt (ſagt Schwabe) ältere Beobachtungen in einer fortlaufenden Reihe kennen zu lernen, ſtimme aber gern der Meinung bei, daß dieſe Periode ſelbſt wieder veränderlich ſein könne.“ [52]

Jahr.	Gruppen.	Fleckenfreie Tage.	Beobachtungs-Tage.
1826	118	22	277
1827	161	2	273
1828	225	0	282
1829	199	0	244
1830	190	1	217
1831	149	3	239
1832	84	49	270
1833	33	139	267
1834	51	120	273
1835	173	18	244
1836	272	0	200
1837	333	0	168
1838	282	0	202
1839	162	0	205
1840	152	3	263
1841	102	15	283
1842	68	64	307
1843	34	149	312
1844	52	111	321
1845	114	29	332
1846	157	1	314
1847	257	0	276
1848	330	0	278
1849	238	0	285
1850	186	2	308

„Große, mit unbewaffnetem Auge sichtbare Sonnenflecken beobachtete ich fast in allen den Jahren, in welchen das Minimum nicht statt fand; die größten erschienen 1828, 1829, 1831, 1836, 1837, 1838, 1839, 1847, 1848. Große Sonnenflecken nenne ich aber diejenigen, welche einen Durchmesser von mehr als 50″ haben. Diese fangen dann erst an dem unbewaffneten, scharfsichtigen Auge sichtbar zu werden.“

„Unbezweifelt stehen die Sonnenflecken in genauer Beziehung zu der Fackelbildung; ich sehe häufig sowohl nach dem Verschwinden der Flecken an demselben Orte Fackeln oder Narben entstehen, als auch in den Fackeln neue Sonnenflecken sich entwickeln. Jeder Flecken ist mit mehr oder weniger starkem Lichtgewölk umgeben. Ich glaube nicht, daß die Sonnenflecken irgend einen Einfluß auf die Temperatur des Jahres haben. Ich notire täglich dreimal den Barometer- und Thermometerstand; die hieraus jährlich gezogenen Mittelzahlen lassen bisher keinen bemerkbaren Zusammenhang ahnden zwischen Klima und Zahl der Flecken. Wenn sich aber auch in einzelnen Fällen scheinbar ein solcher Zusammenhang zeigte, so würde derselbe doch nur dann erst von Wichtigkeit werden, wenn die Resultate aus vielen anderen Theilen der Erde damit übereinstimmten. Sollten die Sonnenflecken irgend einen geringen Einfluß auf unsere Atmosphäre haben, so würde meine Tabelle vielleicht eher darauf hindeuten, daß die fleckenreichen Jahre weniger heitere Tage zählten als die fleckenarmen. (Schum. Astron. Nachr. No. 638 S. 221.)“

„William Herschel nannte die helleren Lichtstreifen, welche sich nur gegen den Sonnenrand hin zeigen, Fackeln; Narben aber die aberartigen Stellen, welche bloß gegen die Mitte der Sonnenscheibe hin sichtbar werden (Astr. Nachr.

No. 350 S. 243). Ich glaube mich überzeugt zu haben, daß Fackeln und Narben aus demſelben geballten Lichtgewölk herrühren: welches am Sonnenrande lichtvoller hervortritt; in der Mitte der Sonnenſcheibe aber, weniger hell als die Oberfläche, in der Form von Narben erſcheint. Ich ziehe vor, alle helleren Stellen auf der Sonne Lichtgewölk zu nennen, und daſſelbe nach ſeiner Geſtaltung in geballtes und aderförmiges einzutheilen. Dieſes Lichtgewölk iſt auf der Sonne unregelmäßig vertheilt, und giebt bisweilen der Scheibe bei ſeinem ſtärkeren Hervortreten ein marmorirtes Anſehen. Daſſelbe iſt oft am ganzen Sonnenrande, ja zuweilen bis zu den Polen, deutlich ſichtbar; jedoch immer am kräftigſten in den eigentlichen beiden Fleckenzonen, ſelbſt in Epochen, wo dieſe keine Flecken haben. Alsdann erinnern beide helle Fleckenzonen der Sonne lebhaft an die Streifen des Jupiter."

„Furchen ſind die zwiſchen dem aderförmigen Lichtgewölk befindlichen matteren Stellen der allgemeinen Sonnen-Oberfläche, welche ſtets ein chagrin-artiges, griesſandiges Anſehen hat; d. h. an Sand erinnert, welcher aus gleich großen Körnern beſteht. Auf dieſer chagrin-artigen Oberfläche ſieht man zuweilen außerordentlich kleine mattgraue (nicht ſchwarze) Punkte (Poren), die wiederum mit äußerſt feinen dunklen Aederchen durchzogen ſind (Aſtr. Nachr. No. 473 S. 286). Solche Poren bilden, wenn ſie in Maſſen vorhanden ſind, graue, nebelartige Stellen, ja die Höfe der Sonnenflecken. In dieſen ſieht man Poren und ſchwarze Punkte meiſt ſtralenförmig ſich vom Kern aus zum Umfange des Hofes verbreiten, woraus die ſo oft ganz übereinſtimmende Geſtalt des Hofes mit der des Kernes entſteht."

Die Bedeutung und der Zuſammenhang ſo wechſelnder Erſcheinungen werden ſich dann erſt dem forſchenden Phyſiker in ihrer ganzen Wichtigkeit darbieten, wenn einſt unter der vielmonatlichen Heiterkeit des Tropenhimmels mit Hülfe mechaniſcher Uhrbewegung und photographiſcher Apparate eine ununterbrochene Reihe von Darſtellungen[33] der Sonnenflecken erlangt werden kann. Die in den gasförmigen Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers vorgehenden meteorologiſchen Proceſſe bewirken die Erſcheinungen, welche wir Sonnenflecken und geballte Lichtwolken nennen. Wahrſcheinlich ſind auch dort, wie in der Meteorologie unſeres Planeten, die Störungen von ſo mannigfaltiger und verwickelter Art, in ſo allgemeinen und örtlichen Urſachen gegründet, daß nur durch eine lange und nach Vollſtändigkeit ſtrebende Beobachtung ein Theil der noch dunkeln Probleme gelöſt werden kann.

Anmerkungen.

[1] (S. 373.) Vergl. oben, wo ich nach Uranusweiten, a[illegible] dem damaligen Maaß der Begrenzung des Planetensystems, rechnet[illegible] Kosmos Bd. I. S. 116, 153 und 415 (Anm. 76). Wenn man den Abstand des Neptuns von der Sonne zu 30,04 Erdweiten annimmt, so ist die Entfernung des α Centauri von der Sonne noch 7523 Neptunsweiten, die Parallaxe angenommen zu 0″,9128 (Kosmos Bd. III. S. 274); und doch ist die Entfernung von 61 Cygni schon fast zwei- und ein halbmal, die des Sirius (bei einer Parallaxe von 0″,230) viermal größer als die von α Centauri. (Eine Neptunsweite ist ohngefähr 621 Millionen geographischer Meilen, deren nach Hansen 396½ Millionen auf den Abstand des Uranus von der Sonne gehen; eine Siriusweite beträgt nach Galle, bei Henderson's Parallaxe, 896800 Halbmesser der Erdbahn = 18547000 Millionen geogr. Meilen: eine Entfernung, die einem Lichtwege von 14 Jahren entspricht.) Das Aphel des Cometen von 1680 ist 44 Uranusweiten, also 28 Neptunsweiten, von der Sonne entfernt. Nach diesen Annahmen ist der Sonnen-Abstand des Sternes α Centauri fast 270mal größer als jenes Aphel, welches wir hier als das Minimum der sehr gewagten Schätzung von dem halben Durchmesser des Sonnengebiets betrachten (Kosmos Bd. III. S. 294). Die Angabe solcher numerischen Verhältnisse gewährt, bei geringer Anschaulichkeit, doch wenigstens den Vortheil, daß die Annahme eines sehr großen räumlichen Grundmaaßes zu Resultaten führt, die in kleineren Zahlen ausgedrückt werden können.

[2] (S. 374.) Ueber das Auflodern neuer Sterne und ihr Verschwinden s. Kosmos Bd. III. S. 215—233.

[3] (S. 378.) Ich habe schon früher (Kosmos Bd. II. S. 347 und 499 Anm. 25) die dem Somnium Scipionis nachgeahmte Stelle aus dem 10ten Cap. des ersten Buchs de Revolut. abdrucken lassen.

[4] (S. 378.) „Die Sonne ſei das Herz des Univerſums"; aus Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia ed. H. Martin 1849 p. 182 und 298: τῆς ἐμψυχίας μέσον τὸ περὶ τὸν ἥλιον, οἱονεὶ καρδίαν ὄντα τοῦ παντός; ὅθεν φέρουσιν αὐτοῦ καὶ τὴν ψυχὴν ἀρξαμένην διὰ παντὸς ἥκειν τοῦ σώματος τεταμένην ἀπὸ τῶν περάτων. (Dieſe neue Ausgabe iſt merkwürdig, weil ſie peripatetiſche Meinungen des Adraſtus und viele platoniſche des Dercyllides vervollſtändigt.)

[5] (S. 380.) Hanſen in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 65—141.

[6] (S. 382.) »D'après l'état actuel de nos connaissances astronomiques le Soleil se compose: 1° d'un globe central à peu près obscur; 2° d'une immense couche de nuages qui est suspendue à une certaine distance de ce globe et l'enveloppe de toutes parts; 3° d'une *photosphère;* en d'autres termes d'une sphère resplendissante qui enveloppe la couche nuageuse, comme celle-ci, à son tour, enveloppe le noyau obscur. L'éclipse totale du 8 juillet 1842 nous a mis sur la trace d'une troisième enveloppe, située au-dessus de la *photosphère* et formée de nuages obscurs ou faiblement lumineux. — Ce sont les *nuages* de la troisième enveloppe solaire, situés en apparence, pendant l'éclipse totale, sur le contour de l'astre ou un peu en dehors, qui ont donné lieu à ces singulières proéminences rougeâtres qui en 1842 ont si vivement excité l'attention du monde savant.« Arago in dem Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1846 p. 464 und 471. Auch Sir John Herſchel in ſeinen 1849 erſchienenen Outlines of Astronomy p. 234 § 395 nimmt an: »above the luminous surface of the Sun and the region, in which the spots reside, the existence of a gaseous atmosphere having a somewhat imperfect transparency.«

[7] (S. 383.) Es kommt zuerſt darauf an die Stellen, auf welche ich mich im Texte beziehe und durch eine lehrreiche Schrift von Clemens (Giordano Bruno und Nicolaus von Cuſa 1847 S. 101) aufmerkſam geworden bin, in der Original-Sprache zu geben. Der Cardinal Nicolaus von Cuſa (der Familienname war Khrypffs, d. i. Krebs), gebürtig aus Cues an der Moſel, ſagt in dem 12ten Capitel des zweiten Buches von dem zu ſeiner Zeit ſo berühmten Tractate de docta Ignorantia (Nicolai

de Cusa Opera ed. Basil. 1565 p. 39): »neque color nig[redi]nis est argumentum vilitatis Terrae; nam in Sole si quis es[set], non appareret illa claritas quae nobis: considerato enim corp[ore] Solis, tunc habet quandam quasi terram centraliorem, et qu[an]dam luciditatem quasi ignilem circumferentialem, et in me[dio] quasi aqueam nubem et aërem clariorem, quemadmodum te[rra] ista sua elementa.« Daneben ſteht: Paradoxa und Hypni; [das] letzte Wort ſoll alſo hier gewiß Träumereien (ἐνύπνια), ei[n] Gewagtes bezeichnen. — In der langen Schrift: Exercitat[io]nes ex Sermonibus Cardinalis (Opera p. 579) finde ich wie[der] in einem Gleichniß: »Sicut in Sole considerari potest natura c[or]poralis, et illa de se non est magnae virtutis (trotz der Ma[gne]tiſchen Anziehung oder Gravitation!) et non potest virtutem suam a[liis] corporibus communicare, quia non est radiosa. Et alia nat[ura] lucida illi unita, ita quod Sol ex unione utriusque naturae ha[bet] virtutem, quae sufficit huic sensibili mundo, ad vitam innov[an]dam in vegetabilibus et animalibus, in elementis et minerali[bus] per suam influentiam radiosam. Sic de Christo, qui est Sol justitiae....« Dr. Clemens glaubt, dies alles ſei mehr als glückliche Ahndung. Es ſcheint ihm „ſchlechterdings unmöglich, daß ohne eine ziemlich genaue Beobachtung der Sonnenflecken, ſowohl der dunklen Stellen in denſelben als der Halbſchatten, Cuſa ſich an den angeführten Orten (*considerato corpore Solis*; in Sole considerari potest....) auf die Erfahrung hätte berufen können.“ Er vermuthet: „daß der Scharfblick des Philoſophen der neueſten Wiſſenſchaft in ihren Ergebniſſen vorgegriffen, und daß auf ſeine Anſichten Entdeckungen eingewirkt haben mögen, die erſt Späteren zugeſchrieben zu werden pflegen.“ Es iſt allerdings nicht bloß möglich, ſondern ſogar recht wahrſcheinlich, daß in Gegenden, wo die Sonne mehrere Monate verſchleiert iſt, wie während der garua im Littoral von Peru, ſelbſt ungebildete Völker mit bloßen Augen Sonnenflecken geſehen haben; aber daß ſie dieſelben beachtet, beim Sonnendienſt in ihre religiöſen Mythen verflochten hätten, davon hat noch kein Reiſender Kunde geben können. Die bloße und ſo ſeltene Erſcheinung eines Sonnenfleckens, mit unbewaffnetem Auge in der niedrig ſtehenden oder dünn verſchleierten, dann weißen, rothen, vielleicht grünlichen Sonnenſcheibe geſehen, würde ſelbſt geübte Denker wohl nie auf die Vermuthung mehrerer

Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers geführt haben. Wenn der Cardinal Cusa etwas von Sonnenflecken gewußt hätte, würde er gewiß nicht unterlassen haben bei den vielen Vergleichungen physischer und geistiger Dinge, zu denen er nur allzu geneigt ist, der maculae Solis zu erwähnen. Man erinnere sich nur des Aufsehens und bitteren Streites, welche im Anfang des 17ten Jahrhunderts, gleich nach Erfindung des Fernrohrs, die Entdeckungen von Joh. Fabricius und Galilei erregten. An die dunkel ausgedrückten astronomischen Vorstellungen des Cardinals, der 1464, also neun Jahre eher starb, als Copernicus geboren war, habe ich schon früher (Kosmos Bd. II. S. 503 Anm. 33) erinnert. — Die merkwürdige Stelle: jam nobis manifestum est Terram in veritate moveri, steht in lib. II cap. 12 de docta Ignorantia. Nach Cusa ist in jedem Theile des Himmelsraumes alles bewegt; wir finden keinen Stern, der nicht einen Kreis beschriebe. Terra non potest esse fixa, sed movetur ut aliae stellae. Die Erde kreist aber nicht um die Sonne, sondern Erde und Sonne kreisen „um die ewig wechselnden Pole des Universums". Cusa ist also kein Copernicaner, wie dies erst das so glücklich von Dr. Clemens im Hospital zu Cues aufgefundene, von des Cardinals eigener Hand 1444 geschriebene Bruchstück erweist.

[8] (S. 383.) Kosmos Bd. II. S. 360—362 und 511—512 Anm. 49–53.

[9] (S. 383.) *Borbonia Sidera*, id est planetae qui Solis lumina circumvolitant motu proprio et regulari, falso hactenus ab helioscopis Maculae Solis nuncupati, ex novis observationibus Joannis Tarde 1620. — *Austriaca Sidera* heliocyclica astronomicis hypothesibus illigata opera Caroli Malapertii Belgae Montensis e Societate Jesu 1633. Die letztere Schrift hat wenigstens das Verdienst Beobachtungen von einer Reihe von Sonnenflecken zwischen 1618 und 1626 zu geben. Es sind aber dieselben Jahre, für welche Scheiner zu Rom eigene Beobachtungen in seiner Rosa Ursina veröffentlichte. Der Canonicus Tarde glaubt schon darum an Durchgänge kleiner Planeten, weil das Weltauge, »l'oeil du Monde, ne peut avoir des ophthalmies«! Es muß mit Recht Wunder nehmen, daß 20 Jahre nach Tarde und seinen borbonischen Trabanten der um die Beobachtungskunst so verdiente Gascoigne (Kosmos Bd. III. S. 76) noch die Sonnenflecken einer

Conjunction vieler um den Sonnenkörper in großer Nähe kreiſender, faſt durchſcheinender, planetariſcher Körper zuſchrieb. Mehrere derſelben, gleichſam über einander gelegt, ſollten ſchwarze Schattenbilder verurſachen. (Philos. Transact. Vol. XXVII. 1710—1712 p. 282 bis 290, aus einem Briefe von William Crabtrie vom Auguſt 1640.)

[10] (S. 383.) Arago sur les moyens d'observer les taches solaires, im Annuaire pour l'an 1842 p. 476—479. (Delambre, Hist. de l'Astronomie du moyen âge p. 394, wie Hist. de l'Astr. moderne T. I. p. 681.)

[11] (S. 383.) Mémoires pour servir à l'Histoire des Sciences par Mr. le Comte de Cassini 1810 p. 242; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694. Obgleich Caſſini ſchon 1671 und La Hire 1700 den Sonnenkörper für dunkel erklärt hatten, fährt man fort in ſchätzbaren aſtronomiſchen Lehrbüchern die erſte Idee dieſer Hypotheſe dem verdienſtvollen Lalande zuzuſchreiben. Lalande, in der Ausgabe ſeiner Aſtronomie von 1792 T. III. § 3240, wie in der erſten von 1764 T. II. § 2515, bleibt bloß der alten Meinung von La Hire getreu, der Meinung: que les taches sont les éminences de la masse solide et opaque du Soleil, recouvertes communément (en entier) par le fluide igné. Zwiſchen 1769 und 1774 hat Alexander Wilſon die erſte richtige Anſicht einer trichterförmigen Oeffnung in der Photoſphäre gehabt.

[12] (S. 384.) Alexander Wilſon, Observ. on the Solar Spots in den Philos. Transact. Vol. LXIV. 1774 Part 1. p. 6—13, Tab. I. »I found that the Umbra, which before was equally broad all round the nucleus, appeared much contracted *on that part which lay towards the centre of the disc*, whilst the other parts of it remained nearly of the former dimensions. I perceived that the shady zone or umbra, which surrounded the nucleus, might be nothing else but the shelving sides of the luminous matter of the sun.« Vergl. auch Arago im Annuaire pour 1842 p. 506.

[13] (S. 385.) Bode in den Beſchäftigungen der Berliniſchen Geſellſchaft Naturforſchender Freunde Bd. II. 1776 S. 237—241 und 249.

[14] (S. 387.) William Herſchel in den Philosophical Transactions of the Royal Society for 1801 Part 2 p. 310—316.

[15] (S. 388.) Ein officielles Zuſammenſtellen von Kornteurung und vielmonatlicher Verdunkelung der Sonnenſcheibe wird in den hiſtoriſchen Fragmenten des älteren Cato erwähnt. Luminis caligo und defectus Solis deutet bei römiſchen Schriftſtellern, z. B. in Erzählungen über die lange Verbleichung der Sonne nach dem Tode des Cäſar, keineswegs immer auf eine Sonnenfinſterniß. So findet ſich bei Aulus Gellius in Noct. Att. II, 28: »Verba Catonis in Originum quarto haec sunt: non libet scribere, quod in tabula apud Pontificem maximum est, quotiens anona cara, quotiens lunae an solis lumini caligo, aut quid obstiterit.«

[16] (S. 388.) Gautier, Recherches relatives à l'influence que le nombre des taches solaires exerce sur les températures terrestres, in der Bibliothèque Universelle de Genève, Nouv. Série T. LI. 1844 p. 327—335.

[17] (S. 389.) Arago im Annuaire pour 1846 p. 271—438.

[18] (S. 389.) A. a. O. p. 440—447.

[19] (S. 389.) Das iſt der weißliche Schein, welcher auch in der Sonnenfinſterniß vom 15 Mai 1836 geſehen ward und von welchem ſchon damals der große Königsberger Aſtronom ſehr richtig ſagte: daß, als die Mondſcheibe die Sonne ganz verdeckte, noch ein leuchtender Ring der Sonnen-Atmoſphäre übrig blieb". (Beſſel in Schum. Aſtr. Nachr. No. 320.)

[20] (S. 390.) »Si nous examinions de plus près l'explication d'après laquelle les protubérances rougeâtres seraient assimilées des nuages (de la troisième enveloppe), nous ne trouverions aucun principe de physique qui nous empêchât d'admettre que les masses nuageuses de 25 à 30000 lieues de long flottent dans l'atmosphère du Soleil; que ces masses, comme certains nuages de l'atmosphère terrestre, ont des contours arrêtés, qu'elles affectent, çà et là, des formes très tourmentées, même des formes en surplomb; que la lumière solaire (la photosphère) les colore en rouge. — Si cette troisième enveloppe existe, elle donnera peut-être la clef de quelques-unes des grandes et déplorables anomalies que l'on remarque dans le cours des saisons.« (Arago im Annuaire pour 1846 p. 460 und 467.)

[21] (S. 390.) »Tout ce qui affaiblira sensiblement l'intensité éclairante de la portion de l'atmosphère terrestre qui paraît entourer et toucher le contour circulaire du Soleil, pourra

ontribuer à rendre les proéminences rougeâtres visibles. Il e
onc permis d'espérer qu'un astronome exercé, établi au somm
'une très haute montagne, pourrait y observer régulièrement l
nages de la troisième enveloppe solaire, situés, en apparen
ur le contour de l'astre *ou un peu en dehors*; déterminer ce qu'
nt de permanent et de variable, noter les périodes de disp
ition et de réapparition . . . .« Arago a. a. O. p. 471.

[22] (S. 393.) Wenn es auch nicht zu läugnen iſt, daß bei
riechen und Römern einzelne Individuen mit bloßem Auge gr
onnenflecken geſehen haben mögen, ſo ſcheint es doch gewiß, daß
olche vereinzelte Beobachtungen nie griechiſche und römiſche Schr
eller in den auf uns gekommenen Werken veranlaßt haben der Er
heinung zu erwähnen. Die Stellen des Theophraſt de Sig
V, 1 p. 797, des Aratus Diosem. v. 90—92 und Procl
araphr. II, 14, in welchen Ideler, der Sohn (Meteoro
eterum p. 201 und Commentar zu Ariſtot. Meteor. T.
. 374), Bezeichnung von Sonnenflecken zu finden glaubte, beſage
loß: daß die Sonnenſcheibe, die gutes Wetter bedeute, keine Ver
hiedenheit auf ihrer Oberfläche, nichts bezeichnendes (μηδέ τι σῆμα
έροι), ſondern völlige Gleichartigkeit zeige. Das σῆμα, die ſcheckige
berfläche, wird dazu ausdrücklich leichtem Gewölk, dem atmoſphä-
iſchen Dunſtkreiſe (der Scholiaſt des Aratus ſagt: der Dicke der
uft) zugeſchrieben; daher iſt auch immer von Morgen- und Abend-
onne die Rede: weil deren Scheiben, unabhängig von allen wirk-
ichen Sonnenflecken, als Diaphanometer, noch gegenwärtig
en Ackerbauer wie den Seemann, nach einem alten, nicht zu ver-
chtenden Glauben, über nahe bevorſtehende Wetterveränderungen
elehren. Die Sonnenſcheibe am Horizont giebt Aufſchlüſſe über
en Zuſtand der unteren, der Erdoberfläche näheren Luftſchichten.
– Von den im Text bezeichneten, dem unbewaffneten Auge ſicht-
aren Sonnenflecken, welche man in den Jahren 807 und 840
älſchlich für Durchgänge des Merkur und der Venus gehalten hat,
ſt der erſtere aufgeführt in der großen hiſtoriſchen Sammlung
on Juſtus Reuberus, Veteres Scriptores (1726), und zwar
n der Abtheilung: Annales Regum Francorum Pipini,
Caroli Magni et Ludovici a quodam ejus aetatis Astronomo,
Ludovici regis domestico, conscripti, p. 58. Für den Verfaſſer
ieſer Annalen wurde zuerſt ein Benedictiner-Mönch (p. 28), ſpäter

und mit Recht der berühmte Eginhard (Einhard, Carls des Großen Geheimſchreiber) gehalten; ſ. Annales Einhardi in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Script. T. I. p. 194. Die Stelle heißt: »DCCCVII. stella Mercurii XVI kal. April. visa est in Sole qualis parva macula nigra, paululum superius medio centro ejusdem sideris, *quae a nobis* octo dies conspicata est; sed quando primum intravit vel exivit, nubibus impedientibus, minime notare potuimus.« — Den von den arabiſchen Aſtronomen erwähnten ſogenannten Durchgang der Venus führt Simon Aſſemanus in der Einleitung zum Globus caelestis Cufico-Arabicus Veliterni Musei Borgiani 1790 p. XXXVIII auf: »Anno Hegyrae 225 regnante Almootasemo Chalifa visa est in Sole prope medium nigra quaedam macula, idque feria tertia die decima nona Mensis Regebi.....« Man hielt ſie für den Planeten Venus, und glaubte dieſelbe macula nigra (alſo wohl mit Unterbrechungen von 12—13 Tagen?) 91 Tage lang geſehen zu haben. Bald darauf ſei Motaßem geſtorben. — Von den geſchichtlichen (der populären Tradition entnommenen) Nachrichten über plötzlich eintretende Abnahme der Tageshelle will ich aus den vielen von mir geſammelten Thatſachen hier folgende 17 Beiſpiele anführen:

45 vor Chr. Geb.: bei dem Tode des Julius Cäſar, nach welchem ein ganzes Jahr lang die Sonne bleich und minder wärmend war, weshalb die Luft dick, kalt und trübe blieb und die Früchte nicht gediehen; Plutarch in Jul. Caes. cap. 87, Dio Caſſ. XLIV, Virg. Georg. I, 466.

33 nach Chr. Geb.: Todesjahr des Erlöſers. „Von der ſechsten Stunde an ward eine Finſterniß über das ganze Land bis zu der neunten Stunde" (Ev. Matthäi Cap. 27 v. 45). Nach dem Ev. Lucä Cap. 23 v. 45 „verlor die Sonne ihren Schein". Euſebius führt zur Erklärung und Beſtätigung eine Sonnenfinſterniß der 202ten Olympiade an, deren ein Chronikenſchreiber, Phlegon von Tralles, erwähnt hatte (Ideler, Handbuch der mathem. Chronologie Bd. II. S. 417). Wurm hat aber gezeigt, daß die dieſer Olympiade zugehörige und in ganz Kleinaſien ſichtbare Sonnenfinſterniß ſchon am 24 Nov. des Jahres 29 nach Chr. Geb. ſtatt hatte. Der Todestag fiel mit dem jüdiſchen Paſſahmahle zuſammen (Ideler Bd. I. S. 515—520), am 14 Niſan,

und das Paſſah würde immer zur Zeit des Vollmondes gefeiert. Die Sonne kann daher nicht durch den Mond 3 Stunden lang verfinſtert worden ſein. Der Jeſuit Scheiner glaubte die Abnahme des Lichts einem Zuge großer Sonnenflecken zuſchreiben zu dürfen.

58 am 22 Aug. zweiſtündige Verfinſterung vor dem furchtbaren Erdbeben von Nicomedia, das auch viele andere Städte in Macedonien und am Pontus zerſtörte. Die Dunkelheit dauerte 2 bis 3 Stunden: nec contigua vel adposita cernebantur. Ammian. Marcell. XVII, 7.

30. In allen öſtlichen Provinzen des römiſchen Reichs (per Eoos tractus) war caligo a primo aurorae exortu adusque meridiem, Ammian. Marcell. XX, 3; aber Sterne leuchteten: alſo wohl weder Aſchenregen noch, bei der langen Dauer des Phänomens, Wirkung einer totalen Sonnenfinſterniß, der es der Geſchichtsſchreiber beimißt. Cum lux coelestis operiretur, e mundi conspectu penitus luce abrepta, defecisse diutius solem pavidae mentes hominum aestimabant: primo attenuatum in lunae corniculantis effigiem, deinde in speciem auctum semenstrem, posteaque in integrum restitutum. Quod alias non evenit ita perspicue, nisi cum post inaequales cursus interme[illegible]nstruum lunae ad idem revocatur. Die Beſchreibung iſt ganz die einer wirklichen Sonnenfinſterniß; aber die Dau[illegible]er und caligo in allen öſtlichen Provinzen?

9, als Alarich vor Rom erſchien: Verdunkelung ſo, daß Ster[illegible]e bei Tage geſehen wurden; Schnurrer, Chronik de[illegible]r Seuchen Th. 1. S. 113.

)6. Justinianus I Caesar imperavit annos triginta octo (527 bi[illegible]s 565). Anno imperii nono deliquium lucis passus est Sol [illegible]l, quod annum integrum et duos amplius menses duravit[illegible]t, adeo ut parum admodum de luce ipsius appareret[illegible]t; dixeruntque homines Soli aliquid accidisse, quod nunquam[illegible]m ab eo recederet. Gregorius Abu'l-Faragius, Supple[illegible]se-mentum Historiae Dynastiarum, ed. Edw. Poco[illegible]ock 1663 p. 94. Ein Phänomen, dem von 1783 ſehr ähnlich[illegible]ch, für das man wohl einen Namen (Höhenrauch), aber in[illegible]in vielen Fällen keine befriedigende Erklärung hat.

Justinus II annos 13 imperavit (565—578). Anno imperii ipsius secundo apparuit in coelo ignis flammans juxta polum arcticum qui annum integrum permansit; obtexeruntque tenebrae mundum ab hora diei nona noctem usque, adeo ut nemo quicquam videret; deciditque ex aëre quoddam pulveri minuto et cineri simile. Abu'l-Farag. l. c. p. 95. Erſt ein Jahr lang wie ein perpetuirlicher Nordſchein (ein magnetiſches Gewitter), dann Finſterniß und fallender Paſſatſtaub?

, wieder nach Abu'l-Farag. (Hist. Dynast. p. 94 und 99), acht Monate lang die halbe Sonnenſcheibe verfinſtert geblieben.

3. Ein Jahr nachdem die Araber durch die Schlacht bei Tours über die Pyrenäen zurückgedrängt worden, ward die Sonne am 19 Auguſt auf eine ſchreckenerregende Weiſe verdunkelt. Schnurrer, Chron. Th. I. S. 164.

7 ein Sonnenfleck, welchen man für den Merkur hielt; Reuber, Vet. Script. p. 58; ſ. oben S. 412.

0 vom 28 Mai bis 26 Aug. (Aſſemani rechnet auffallenderweiſe Mai 839) der ſogenannte Durchgang der Venus durch die Sonnenſcheibe; ſ. oben S. 392 und 413. (Der Chalif Al-Motaßem regierte von 834 bis 841, wo Harun el-Watek, der neunte Chalif, ihm folgte.)

4. In der ſchätzbaren Historia de Portugal von Faria y Souſa 1730 p. 147 finde ich: »En Portugal se vió sin luz la tierra por dos meses. Avia el Sol perdido su splendor.« Dann öffnete ſich der Himmel por fractura mit vielen Blitzen, und man hatte plötzlich den vollen Sonnenſchein.

)1 am 21 September eine Verdunkelung der Sonne, welche 3 Stunden dauerte; nach der Verdunkelung blieb der Sonnenſcheibe eine eigene Färbung. »Fuit eclipsis Solis 11. Kal. Octob. fere tres horas: Sol circa meridiem dire nigrescebat.« Martin Cruſius, Annales Svevici, Francof. 1595, T. I. p. 279; Schnurrer Th. I. S. 219.

)6 am 3 März Sonnenflecken, mit unbewaffnetem Auge erkannt: Signum in sole apparuit V. Non. Marcii feria secunda incipientis quadragesimae. Joh. Staindelii, pres-

byteri Pataviensis, Chronicon generale, in Oefelii Rerum Boicarum Scriptores T. I. 1763 p. 485.

206 am letzten Tage des Februars nach Joaquin de Villalba (Epidemiologia española Madr. 1803 T. I. p. 30) vollkommene Dunkelheit während 6 Stunden: el dia ultimo del mes de Febrero hubo un eclipse de sol que duró seis horas con tanta obscuridad como si fuera media noche. Siguiéron á este fenomeno abundantes y continuas lluvias. — Ein faſt ähnliches Phänomen wird für Juni 1191 angeführt von Schnurrer Th. I. S. 258 und 265.

241 fünf Monate nach der Mongolenſchlacht bei Liegnitz: obscuratus est Sol (in quibusdam locis?), et factae sunt tenebrae, ita ut stellae viderentur in coelo, circa festum S. Michaelis hora nona. Chronicon Claustro-Neburgense (von Kloſter-Neuburg bei Wien, die Jahre 2 nach Chr. bis 1348 enthaltend) in Pez, Scriptores rerum Austriacarum, Lips. 1721, T. I. p. 458.

247 den 23, 24 und 25 April, alſo einen Tag vor und einen Tag nach der Schlacht von Mühlbach, in welcher der Churfürſt Johann Friedrich gefangen wurde. Kepler ſagt Paralipom. ad Vitellium, quibus Astronomia pars optica traditur, 1604 p. 259: refert Gemma, pater et filius, anno 1547 ante conflictum Caroli V cum Saxonia Duce Solem per tres dies ceu sanguine perfusum comparuisse, ut etiam stellae pleraeque in meridie conspicerentur. (Eben ſo Kepler de Stella nova in Serpentario p. 113.) Ueber die Urſach iſt er ſehr zweifelhaft: »Solis lumen ob causas quasdam sublimes hebetari .. vielleicht habe gewirkt materia cometica latius spars. Die Urſach könne nicht in unſerer Atmoſphäre gelegen habe, da man Sterne am Mittag geſehen.“ Schnurrer (Chronik der Seuchen Th. II. S. 93) will trotz der Sterne, daß es Höhenrauch geweſen ſei, weil Kaiſer Carl V vor der Schlacht ſich beklagte: »semper se nebulae densitate infestari, quoties sibi cum hoste pugnandum sit« (Lambert. Hortens. de bello german. lib. VI p. 182).

[23] (S. 393.) Schon Horrebow (Basis Astronomiae 1735 226) bedient ſich deſſelben Ausdruckes. Das Sonnenlicht iſt

ihm „ein perpetuirlich im Sonnen-Dunſtkreiſe vorgehendes Nordlicht, durch thätige magnetiſche Kräfte hervorgebracht" (ſ. Hanow in Joh. Dan. Titius, gemeinnützige Handlungen über natürliche Dinge 1768 S. 102).

(S. 396.) Arago in den Mémoires des sciences chém. et phys. de l'Institut de France, Année 1811 ère 1. p. 118; Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astr. 18ième siècle p. 351 und 652; Fourier, Éloge de William Herschel in den Mém. de l'Institut T. VI. Année (Par. 1827) p. LXXII. Es iſt ebenfalls merkwürdig, und weiſend für eine große Gleichartigkeit in der Natur des Lichts, dem Centrum und aus dem Rande der Sonnenſcheibe emaniß, daß nach einem ſinnreichen Verſuch von Forbes, während einer Neuenfinſterniß im Jahr 1836, ein aus alleinigen Randſtrahlen bildetes Spectrum in Hinſicht auf Zahl und Lage der dunkeln ien oder Streifen, die es durchlaufen, ganz identiſch mit dem , welches aus der Geſammtheit des Sonnenlichts entſpringt. nn im Sonnenlicht Strahlen von gewiſſer Brechbarkeit fehlen, ſind ſie alſo wohl nicht, wie Sir David Brewſter vermuthet, der Sonnen-Atmoſphäre ſelbſt verloren gegangen: weil die Strahlen des Randes, eine viel dickere Schicht durchſchneidend, ſelben dunkeln Linien hervorbringen. (Forbes in den Comptes rendus T. II. 1836 p. 576.) Ich ſtelle am Ende dieſer Note es zuſammen, was ich im Jahr 1847 aus Arago's Handſchriften geſammelt:

»Des phénomènes de la Polarisation colorée donnent la rtitude que le bord du soleil a la même intensité de lumière ie le centre; car en plaçant dans le Polariscope un segment bord sur un segment du centre j'obtiens (comme effet complémentaire du rouge et du-bleu) un blanc pur. Dans un corps lide (dans une boule de fer chauffée au rouge) le même angle vision embrasse une plus grande étendue au bord qu'au ntre, selon la proportion du Cosinus de l'angle: mais dans la ême proportion aussi le plus grand nombre de points matériels nettent une lumière plus faible *en raison de leur obliquité.* rapport de l'angle est naturellement le même pour une hère gazeuse; mais l'obliquité ne produisant pas dans les z le même effet de diminution que dans les corps solides, le

bord de la sphère gazeuse serait plus lumineux que le centre. Ce que nous appelons le disque lumineux du Soleil, est la Photosphère gazeuse, comme je l'ai prouvé par le manque absolu de traces de polarisation sur le bord du disque. Pour expliquer donc *l'égalité d'intensité* du bord et du centre indiquée par le Polariscope, il faut admettre une enveloppe extérieure qui diminue (éteint) moins la lumière qui vient du centre que les rayons qui viennent sur le long trajet du bord à l'oeil. Cette enveloppe extérieure forme la couronne blanchâtre dans les éclipses totales du Soleil. — La lumière qui émane des corps solides et liquides incandescens, est partiellement polarisée quand les rayons observés forment, avec la surface de sortie, un angle d'un petit nombre de degrés; mais il n'y a aucune trace sensible de polarisation lorsqu'on regarde de la même manière dans le Polariscope des gaz enflammés. Cette expérience démontre que la lumière solaire ne sort pas d'une masse solide ou liquide incandescente. La lumière ne s'engendre pas uniquement à la surface des corps; une portion naît dans leur substance même, cette substance fût-elle du platine. Ce n'est donc pas la décomposition de l'oxygène ambiant qui donne la lumière. L'émission de lumière polarisée par le fer liquide est un effet de réfraction au passage vers un moyen d'une moindre densité. Partout où il y a réfraction, il y a production d'un peu de lumière polarisée. Les gaz n'en donnent pas, parce que leurs couches n'ont pas assez de densité. — La lune suivie pendant le cours d'une lunaison entière offre des effets de polarisation, excepté à l'époque de la pleine lune et des jours qui en approchent beaucoup. La lumière solaire trouve, surtout dans les premiers et derniers quartiers, à la surface inégale (montagneuse) de notre Satellite des inclinaisons de plans convenables pour produire la polarisation par réflexion.«

[25] (S. 397.) Sir John Herſchel, Astron. Observ. made at the Cape of Good Hope § 425 p. 434; Outlines of Astr. § 395 p. 234. Vergl. Fizeau und Foucault in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVIII. 1844 p. 860. Es iſt merkwürdig genug, daß Giordano Bruno, der 8 Jahre vor Erfindung des Fernrohrs und 11 Jahre vor der Entdeckung der Sonnenflecken den Scheiterhaufen beſtieg, an die

Rotation der Sonne um ihre Achse glaubte. Er hielt dagegen das Centrum der Sonnenscheibe für lichtschwächer als die Ränder. Er meinte, optisch getäuscht, die Scheibe sich drehen, die wirbelnden Ränder sich ausdehnen und zusammenziehen zu sehen (Jordano Bruno par Christian Bartholmèss T. II. 1847 p. 367).

[26] (S. 397.) Fizeau und Foucault, Recherches sur l'intensité de la lumière émise par le charbon dans l'expérience de Davy, in den Comptes rendus T. XVIII. 1844 p. 753. — »The most intensely ignited solids (ignited quicklime in Lieutenant Drummond's oxy-hydrogen lamp) appear only *as black spots* on the disc of the Sun when held between it and the eye.« Outlines p. 236 (Kosmos Bd. II. S. 361).

[27] (S. 397.) Vergl. Arago's Commentar zu Galilei's Briefen an Marcus Welser, wie dessen optische Erläuterungen über den Einfluß des diffusen reflectirten Sonnenlichts der Luftschichten, welches die im Felde eines Fernrohrs am Himmelsgewölbe gesehenen Gegenstände wie mit einem Lichtschleier bedeckt, im Annuaire du Bureau des Long. pour 1842 p. 482—487.

[28] (S. 398.) Mädler, Astr. S. 81.

[29] (S. 399.) Philos. Mag. Ser. III. Vol. 28. p. 230 und Poggend. Annalen Bd. 68. S. 101.

[30] (S. 400.) Faraday über atmosphärischen Magnetismus, in den Exper. Researches on Electricity, Twenty-Fifth and Twenty-Sixth Series (Phil. Transact. for 1851 Part 1.) § 2774, 2780, 2881, 2892—2968, und für das Historische der Untersuchung § 2847.

[31] (S. 401.) Vergl. Nervander aus Helsingfors im Bulletin de la classe physico-mathém. de l'Acad. de St. Pétersbourg T. III. 1845 p. 30—32, und Buys-Ballot aus Utrecht in Poggend. Annalen der Physik Bd. 68. 1846 S. 205—213.

[32] (S. 402.) Was den handschriftlichen Mittheilungen von Schwabe entnommen ist von S. 402 bis 404, habe ich durch Anführungszeichen unterschieden. Nur die Beobachtungen der Jahre 1826 bis 1843 waren schon in Schumacher's Astron. Nachr. No. 495 (Bd. XXI. 1844) S. 235 veröffentlicht.

[33] (S. 405.) Sir John Herschel, Capreise p. 434.

II.

Die Planeten.

Allgemeine vergleichende Betrachtungen über eine ganze Classe von Weltkörpern sollen hier der Beschreibung der einzelnen Weltkörper vorangehen. Es beziehen sich diese Betrachtungen auf die 22 Hauptplaneten und 21 Monde (Trabanten oder Nebenplaneten), welche bis jetzt entdeckt worden sind: nicht auf die planetarischen Weltkörper überhaupt, unter denen die Cometen von berechneten Bahnen schon zehnmal zahlreicher sind. Die Planeten haben im ganzen eine schwache Scintillation, weil sie von reflectirtem Sonnenlichte leuchten und ihr planetarisches Licht aus Scheiben emanirt (Kosmos Bd. III. S. 86). In dem aschfarbenen Lichte des Mondes, wie in dem rothen Lichte seiner verfinsterten Scheibe, welches besonders intensiv zwischen den Wendekreisen gesehen wird, erleidet das Sonnenlicht für den Beobachter auf der Erde eine zweimalige Aenderung seiner Richtung. Daß die Erde und andere Planeten, wie zumal einige merkwürdige Erscheinungen auf dem der Sonne nicht zugekehrten Theile der Venus beweisen, auch einer eigenen, schwachen Lichtentwickelung fähig seien, ist schon an einem anderen Orte[1] erinnert worden.

Wir betrachten die Planeten nach ihrer Zahl, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, nach ihrem Volum, und

sich oder mit ihren Abständen von der Sonne verglichen; nach ihren relativen Dichtigkeiten, Massen, Rotations-Zeiten, Excentricitäten, Achsen-Neigungen, und charakteristischer Verschiedenheit diesseits und jenseits der Zone der kleinen Planeten. Bei diesen Gegenständen vergleichender Betrachtung ist es der Natur dieses Werkes angemessen, einen besonderen Fleiß auf die Auswahl der numerischen Verhältnisse zu verwenden, welche zu der Epoche, in der diese Blätter erscheinen, für die genauesten, d. h. für die Resultate der neuesten und sichersten Forschungen, gehalten werden.

a. Hauptplaneten.

1. Zahl und Epoche der Entdeckung. — Von den sieben Weltkörpern, welche seit dem höchsten Alterthume durch ihre stets veränderte relative Entfernung unter einander von den, gleiche Stellung und gleiche Abstände scheinbar bewahrenden, funkelnden Sternen des Fixsternhimmels (Orbis inerrans) unterschieden worden sind, zeigen sich nur fünf: Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, sternartig, quinque *stellae* errantes. Die Sonne und der Mond blieben, da sie große Scheiben bilden, auch wegen der größeren Wichtigkeit, die man in Folge religiöser[2] Mythen an sie knüpfte, gleichsam von den übrigen abgesondert. So kannten nach Diodor (II, 30) die Chaldäer nur 5 Planeten; auch Plato, wo er im Timäus nur einmal der Planeten erwähnt, sagt ausdrücklich: „um die im Centrum des Kosmos ruhende Erde bewegen sich der Mond, die Sonne und fünf andere Sterne, welchen der Name Planeten beigelegt wird; das Ganze also in 7 Umgängen.“[3] Eben so werden in der alten pythagorischen

Vorſtellung vom Himmelsgebäude nach Philolaus unter den 10 göttlichen Körpern, welche um das Centralfeuer (den Weltheerd, ἑστία) kreiſen, „unmittelbar unter dem Fixſternhimmel“ die fünf Planeten genannt[4]; ihnen folgten dann Sonne, Mond, Erde und die ἀντίχθων (die Gegenerde). Selbſt Ptolemäus redet immer nur noch von 5 Planeten. Die Aufzählung der Reihen von 7 Planeten, wie ſie Julius Firmicus unter die Decane vertheilt[5], wie ſie der von mir an einem anderen Orte[6] unterſuchte Thierkreis des Bianchini (wahrſcheinlich aus dem dritten Jahrhundert nach Chr.) darſtellt und ſie ägyptiſche Monumente aus den Zeiten der Cäſaren enthalten, gehört nicht der alten Aſtronomie, ſondern den ſpäteren Epochen an, in welchen die aſtrologiſchen Träumereien ſich überall verbreitet hatten[7]. Daß der Mond in die Reihe der 7 Planeten geſetzt ward, muß uns nicht wundern, da von den Alten, wenn man eine denkwürdige Attractions-Anſicht des Anaxagoras (Kosmos Bd. II. S. 348 und 501 Anm. 27) ausnimmt, faſt nie ſeiner näheren Abhängigkeit von der Erde gedacht wird. Dagegen ſind nach einer Meinung über den Weltbau, welche Vitruvius[8] und Martianus Capella[9] anführen, ohne ihren Urheber zu nennen, Merkur und Venus, die wir untere Planeten nennen, Satelliten der, ſelbſt um die Erde kreiſenden Sonne. Ein ſolches Syſtem iſt mit eben ſo wenig Grund ein ägyptiſches[10] zu nennen als mit den Ptolemäiſchen Epicykeln oder der Tychoniſchen Weltanſicht zu verwechſeln.

Die Namen, durch welche die ſternartigen 5 Planeten bei den alten Völkern bezeichnet wurden, ſind zweierlei Art: Götternamen; oder bedeutſame beſchreibende, von phyſiſchen Eigenſchaften hergenommene. Was urſprünglich davon

den Chaldäern oder den Aegyptern angehöre, ist nach den Quellen, die bisher haben benutzt werden können, um so schwerer zu entscheiden, als die griechischen Schriftsteller uns nicht die ursprünglichen, bei anderen Völkern gebräuchlichen Namen, sondern nur in das Griechische übertragene, nach der Individualität ihrer Ansichten gemodelte Aequivalente darbieten. Was die Aegypter früher als die Chaldäer besessen, ob diese bloß als begabte Schüler [11] der Ersteren auftreten, berührt die wichtigen, aber dunklen Probleme der ersten Gesittung des Menschengeschlechts, der Anfänge wissenschaftlicher Gedankenentwickelung am Nil oder am Euphrat. Man kennt die ägyptischen Benennungen der 36 Decane; aber die ägyptischen Namen der Planeten sind uns, bis auf einen oder zwei, nicht erhalten. [12]

Auffallend ist es, daß Plato und Aristoteles sich nur der göttlichen Namen für die Planeten, die auch Diodor nennt, bedienen: während später z. B. in dem dem Aristoteles fälschlich zugeschriebenen Buche de Mundo schon ein Gemisch von beiden Arten der Benennungen, der göttlichen und der beschreibenden (expressiven), sich findet: φαίνων für Saturn, στίλβων für Merkur, πυρόεις für Mars. [13] Wenn dem Saturn, dem äußersten der damals bekannten Planeten, sonderbar genug, wie Stellen aus dem Commentar des Simplicius (p. 122) zum 8ten Aristotelischen Buche de Coelo, aus Hygin, Diodor und Theon dem Smyrnäer beweisen, die Benennung Sonne beigelegt ward; so war es gewiß nur seine Lage und die Länge seines Umlaufes, die ihn zum Herrscher der anderen Planeten erhob. Die beschreibenden Benennungen, so alt und chaldäisch sie zum Theil auch sein mögen, fanden sich bei griechischen und römischen Schriftstellern, doch erst recht häufig

in der Zeit der Cäsaren. Ihre Verbreitung hängt mit dem Einfluß der Astrologie zusammen. Die Planetenzeichen sind, wenn man die Scheibe der Sonne und die Mondsichel auf ägyptischen Monumenten abrechnet, sehr neuen Ursprungs; nach Letronne's Untersuchungen [14] sollen sie sogar nicht älter als das zehnte Jahrhundert sein. Selbst auf Steinen mit gnostischen Inschriften findet man sie nicht. Späte Abschreiber haben sie aber gnostischen und alchymistischen Handschriften beigefügt, fast nie den ältesten Handschriften griechischer Astronomen: des Ptolemäus, des Theon oder des Cleomedes. Die frühesten Planetenzeichen, von denen einige (Jupiter und Mars), wie Salmasius mit gewohntem Scharfsinn gezeigt, aus Buchstaben entstanden sind, waren sehr von den unsrigen verschieden; die jetzige Form reicht kaum über das 15te Jahrhundert hinaus. Unbezweifelt ist es und durch eine dem Proclus (ad Tim. ed. Basil. p. 14) von Olympiodor entlehnte Stelle, wie auch durch ein spätes Scholion zum Pindar (Isthm. V, 2) erwiesen, daß die symbolisirende Gewohnheit, gewisse Metalle den Planeten zu weihen, schon neu-platonischen alexandrinischen Vorstellungen des 5ten Jahrhunderts zugehört. (Vergl. Olympiod. Comment. in Aristot. Meteorol. cap. 7, 3 in Ideler's Ausgabe der Meteor. T. II. p. 163; auch T. I. p. 199 und 251.)

Wenn sich die Zahl der sichtbaren Planeten nach der frühesten Einschränkung der Benennung auf 5, später mit Hinzufügung der großen Scheiben der Sonne und des Mondes auf 7 belief; so herrschten doch auch schon im Alterthum Vermuthungen, daß außer diesen sichtbaren Planeten noch andere, lichtschwächere, ungesehene, vorhanden wären. Diese Meinung wird von Simplicius als eine aristotelische bezeichnet. „Es sei wahrscheinlich, daß solche dunkle Weltkörper, die sich un-

das gemeinsame Centrum bewegten, bisweilen Mondfinsternisse so gut als die Erde veranlassen." Artemidorus aus Ephesus, den Strabo oft als Geographen anführt, glaubte an unzählige solcher dunkeln kreisenden Weltkörper. Das alte ideale Wesen, die Gegenerde (ἀντίχθων) der Pythagoreer, gehört aber nicht in den Kreis dieser Ahndungen. Erde und Gegenerde haben eine parallele, concentrische Bewegung; und die Gegenerde, ersonnen, um der sich planetarisch in 24 Stunden um das Centralfeuer bewegenden Erde die Rotations-Bewegung zu ersparen, ist wohl nur die entgegengesetzte Halbkugel, die Antipoden-Hälfte unseres Planeten.[15]

Wenn man von den jetzt bekannten 43 Haupt- und Nebenplaneten, dem Sechsfachen von den dem Alterthum bekannten planetarischen Weltkörpern, chronologisch, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, die 36 Gegenstände absondert, welche seit der Erfindung der Fernröhre erkannt worden sind; so erhält man für das 17te Jahrhundert neun, für das 18te Jahrhundert wieder neun, für das halbe 19te Jahrhundert achtzehn neu entdeckte.

Zeitfolge der planetarischen Entdeckungen (Haupt- und Nebenplaneten) seit der Erfindung des Fernrohrs im Jahr 1608.

A. Das siebzehnte Jahrhundert.

Vier Jupitersstrabanten: Simon Marius zu Ansbach 29 Dec. 1609, Galilei 7 Jan. 1610 zu Padua.

Dreigestaltung des Saturn: Galilei Nov. 1610; Hevelius, Ansicht von 2 Seitenstäben 1656; Huygens, endliche Erkenntniß der wahren Gestalt des Ringes 17 Dec. 1657.

Der 6te Saturnstrabant (Titan): Huygens 25 März 1655.

Der 8te Saturnstrabant (der äußerste, Japetus): Domin. Cassini Oct. 1671.

: 5te Saturnstrabant (Rhea): Caſſini 23 Dec. 1672.
: 3te und 4te Saturnstrabant (Tethys und Dione): Caſſini Ende März 1684.

B. Das achtzehnte Jahrhundert.

anus: William Herſchel 13 März 1781 zu Bath.
: 2te und 4te Uranustrabant: Will. Herſchel 11 Jan. 1787.
: 1te Saturnstrabant (Mimas): Will. Herſchel 28 Aug. 1789.
: 2te Saturnstrabant (Enceladus): Will. Herſchel 17 Sept. 1789.
: 1te Uranustrabant: Will. Herſchel 18 Jan. 1790.
: 5te Uranustrabant: Will. Herſchel 9 Febr. 1790.
: 6te Uranustrabant: Will. Herſchel 28 Febr. 1794.
: 3te Uranustrabant: Will. Herſchel 26 März 1794.

C. Das neunzehnte Jahrhundert.

res*: Piazzi zu Palermo 1 Januar 1801.
llas*: Olbers zu Bremen 28 März 1802.
no*: Harding zu Lilienthal 1 Sept. 1804.
ſta*: Olbers zu Bremen 29 März 1807.
(38 Jahre lang keine planetariſche Entdeckung.)
träa*: Hencke zu Drieſen 8 Dec. 1845.
ptun: Galle zu Berlin 23 Sept. 1846.
: 1te Neptunstrabant: W. Laſſell zu Starfield bei Liverpool, Nov. 1846; Bond zu Cambridge (V. St.).
be*: Hencke zu Drieſen 1 Juli 1847.
is*: Hind zu London 13 Aug. 1847.
ra*: Hind zu London 18 Oct. 1847.
tis*: Graham zu Markree-Caſtle 25 April 1848.
: 7te Saturnstrabant (Hyperion): Bond in Cambridge (V. St.) 16—19 Sept. 1848, Laſſell zu Liverpool 19—20 Sept. 1848.
giea*: De Gasparis zu Neapel 12 April 1849.
rthenope*: De Gasparis zu Neapel 11 Mai 1850.
: 2te Neptunstrabant: Laſſell zu Liverpool 14 Aug. 1850.
toria*: Hind zu London 13 Sept. 1850.
eria*: De Gasparis zu Neapel 2 Nov. 1850.
ne*: Hind zu London 19 Mai 1851 und De Gasparis zu Neapel 23 Mai 1851.

Es ſind in dieſer chronologiſchen Ueberſicht[16] die Haupt- neten von den Nebenplaneten oder Trabanten

(Satelliten) durch größere Lettern unterſchieden. Ein Sternchen iſt der Claſſe von Hauptplaneten beigefügt, welche eine eigene und ſehr ausgedehnte Gruppe, gleichſam einen Ring von 33 Millionen geographiſcher Meilen Breite, zwiſchen Mars und Jupiter bilden, und gewöhnlich *kleine Planeten*, auch wohl: *teleſcopiſche*, *Coplaneten*, *Aſteroiden* oder *Planetoiden*, genannt werden. Von dieſen ſind 4 in den erſten ſieben Jahren dieſes Jahrhunderts und 10 in den letztverfloſſenen ſechs Jahren aufgefunden worden: was minder der Vorzüglichkeit der Fernröhre als dem Fleiß und Geſchick der Suchenden, wie beſonders den verbeſſerten und mit Fixſternen 9ter und 10ter Größe bereicherten Sternkarten zuzuſchreiben iſt. Man erkennt jetzt leichter das Bewegte zwiſchen dem Unbewegten (ſ. oben S. 155). Die Zahl der Hauptplaneten iſt genau verdoppelt, ſeitdem der erſte Band des Kosmos erſchienen [17] iſt. So überſchnell iſt die Folge der Entdeckungen geweſen, die Erweiterung und Vervollkommnung der Topographie des Planetenſyſtems.

2. *Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen.* — Wenn man in dem Sonnengebiete die Region der kleinen Planeten zwiſchen den Bahnen des Mars und des Jupiter, doch der erſteren im ganzen mehr genähert, als eine *ſcheidende Zone* räumlicher Abtheilung betrachtet, gleichſam als eine *mittlere Gruppe*; ſo bieten, wie ſchon früher bemerkt worden iſt, die der Sonne näheren, *inneren* Planeten (Merkur, Venus, Erde und Mars) manche Aehnlichkeiten unter ſich und Contraſte mit den *äußeren*, der Sonne ferneren, jenſeits der ſcheidenden Zone gelegenen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) dar. Die *mittlere* dieſer drei Gruppen füllt kaum die Hälfte des Abſtandes der Marsbahn von der Jupitersbahn aus. In dem Raume

zwiſchen den zwei großen Hauptplaneten Mars und Jupiter iſt der dem Mars nähere Theil bisher am reichſten gefüllt; denn wenn man in der Zone, welche die Aſteroiden einnehmen, die äußerſten, Flora und Hygiea, in Betrachtung zieht, ſo findet man, daß Jupiter mehr denn dreimal weiter von Hygiea abſteht als Flora vom Mars. Dieſe mittlere Planetengruppe hat den abweichendſten Charakter: durch ihre ineinander verſchlungenen, ſtark geneigten und excentriſchen Bahnen; durch die beträchtliche Kleinheit ihrer Planeten. Die Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik ſteigt bei Juno auf 13° 3′, bei Hebe auf 14° 47′, bei Egeria auf 16° 33′, bei Pallas gar auf 34° 37′: während ſie in derſelben mittleren Gruppe bei Aſträa bis 5° 19′, bei Parthenope bis 4° 37′, bei Hygiea bis 3° 47′ herabſinkt. Die ſämmtlichen Bahnen der Kleinen Planeten mit Neigungen geringer als 7° ſind, vom Großen zum Kleinen übergehend, die von Flora, Metis, Iris, Aſträa, Parthenope und Hygiea. Keine dieſer Bahnen Neigungen erreicht indeß an Kleinheit die von Venus, Saturn, Mars, Neptun, Jupiter und Uranus. Die Excentricitäten übertreffen theilweiſe noch die des Merkur (0,206); denn Juno, Pallas, Iris und Victoria haben 0,255; 0,239; 0,232 und 0,218: während Ceres (0,076), Egeria (0,086) und Veſta (0,089) weniger excentriſche Bahnen haben als Mars (0,093), ohne jedoch die übrigen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus) in der angenäherteren Kreisförmigkeit zu erreichen. Der Durchmeſſer der teleſcopiſchen Planeten iſt faſt unmeßbar klein; und nach Beobachtungen von Lamont in München und Mädler im Dorpater Refractor iſt es wahrſcheinlich, daß der größte der Kleinen Planeten auf's höchſte 145 geogr. Meilen im Durchmeſſer hat; das iſt $\frac{1}{5}$ des Merkur und $\frac{1}{12}$ der Erde.

Nennen wir die 4 der Sonne näheren Planeten, zwiſchen dem Ringe der Aſteroiden (der Kleinen Planeten) und dem Centralkörper gelegen, innere Planeten; ſo zeigen ſie ſich alle von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und dabei langſam um ihre Achſen rotirend (in faſt 24ſtündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet und bis auf einen (die Erde) gänzlich mondlos. Dagegen ſind die 4 äußeren, ſonnenferneren Planeten, zwiſchen dem Ringe der Aſteroiden und den uns unbekannten Extremen des Sonnengebiets gelegenen: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, mächtig größer, 5mal undichter, mehr als 2mal ſchneller in der Rotation um die Achſe, ſtärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 20 zu 1. Die inneren Planeten ſind alle kleiner als die Erde (Merkur und Mars $^2/_5$- und $^1/_2$mal kleiner im Durchmeſſer); die äußeren Planeten ſind dagegen 4,2- bis 11,2mal größer als die Erde. Die Dichtigkeit der Erde = 1 geſetzt, ſind die Dichtigkeiten der Venus und des Mars bis auf weniger als $^1/_{10}$ damit übereinſtimmend; auch die Dichtigkeit des Merkur (nach Encke's aufgefundener Merkurs-Maſſe) iſt nur wenig größer. Dagegen überſteigt keiner der äußeren Planeten die Dichtigkeit $^1/_4$; Saturn iſt ſogar nur $^1/_7$, faſt nur halb ſo undicht als die übrigen äußeren Planeten und als die Sonne. Die äußeren Planeten bieten dazu das einzige Phänomen des ganzen Sonnenſyſtems, das Wunder eines, ſeinen Hauptplaneten frei umſchwebenden feſten Ringes, dar; auch Atmoſphären, welche durch die Eigenthümlichkeit ihrer Verdickungen ſich unſerem Auge als veränderliche, ja im Saturn bisweilen als unterbrochene Streifen darſtellen.

Obgleich bei der wichtigen Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen von inneren und äußeren Planeten generelle

Eigenſchaften der abſoluten Größe, der Dichtigkeit, der Abplattung, der Geſchwindigkeit in der Rotation, der Mondloſigkeit ſich als abhängig von den Abſtänden, d. i. von ihren halben großen Bahn-Axen, zeigen; ſo iſt dieſe Abhängigkeit in jeder einzelnen dieſer Gruppen keineswegs zu behaupten. Wir kennen bisher, wie ich ſchon früher bemerkt, kein innere Nothwendigkeit, kein mechaniſches Naturgeſetz, das (wie das ſchöne Geſetz, welches die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Axen bindet) die eben genannten Elemente für die Reihenfolge der einzelnen planetariſchen Weltkörper jeder Gruppe in ihrer Abhängigkeit von den Abſtänden darſtellte. Wenn auch der der Sonne nächſte Planet, Merkur, der dichteſte, ja 6- oder 8mal dichter als einzelne der äußeren Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, iſt; ſo zeigt ſich doch die Reihenfolge bei Venus, Erde und Mars, oder bei Jupiter, Saturn und Uranus als ſehr unregelmäßig. Die abſoluten Größen ſehen wir, wohl im allgemeinen, wie ſchon Kepler bemerkt (Harmonice Mundi V, 4 p. 194; Kosmos Bd. I. S. 389), aber nicht einzeln betrachtet, mit den Abſtänden wachſen. Mars iſt kleiner als die Erde, Uranus kleiner als Saturn, Saturn kleiner als Jupiter; und dieſer folgt unmittelbar auf eine Schaar von Planeten, welche wegen ihrer Kleinheit faſt unmeßbar ſind. Die Rotationszeit nimmt im allgemeinen freilich mit der Sonnenferne zu; aber ſie iſt bei Mars wieder langſamer als bei der Erde, bei Saturn langſamer als bei Jupiter.

Die Welt der Geſtaltungen, ich wiederhole es, kann in der Aufzählung räumlicher Verhältniſſe nur geſchildert werden als etwas Thatſächliches, als etwas Daſeiendes (Wirkliches) in der Natur; nicht als Gegenſtand intellectueller Schlußfolge,

ſchon erkannter urſachlicher Verkettung. Kein allgemeines Geſetz iſt hier für die Himmelsräume aufgefunden, ſo wenig als für die Erdräume in der Lage der Culminationspunkte der Bergketten oder in der Geſtaltung der einzelnen Umriſſe der Continente. Es ſind Thatſachen der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, unter uns unbekannt gebliebenen Bedingungen wirkender Wurf- und Anziehungskräfte. Wir treten hier mit geſpannter und unbefriedigter Neugier in das dunkle Gebiet des Werdens. Es handelt ſich hier, im eigentlichſten Sinne des ſo oft gemißbrauchten Wortes, um Weltbegebenheiten, um kosmiſche Vorgänge in für uns unmeßbaren Zeiträumen. Haben ſich die Planeten aus kreiſenden Ringen dunſtförmiger Stoffe gebildet: ſo muß die Materie, als ſie ſich nach dem Vorherrſchen einzelner Attractionspunkte zu ballen begann, eine unabſehbare Reihe von Zuſtänden durchlaufen ſein, um bald einfache, bald verſchlungene Bahnen; Planeten von ſo verſchiedener Größe, Abplattung und Dichte, mondloſe und mondreiche, ja in einen feſten Ring verſchmolzene Satelliten zu bilden. Die gegenwärtige Form der Dinge und die genaue numeriſche Beſtimmung ihrer Verhältniſſe hat uns bisher nicht zur Kenntniß der durchlaufenen Zuſtände führen können, nicht zu klarer Einſicht in die Bedingungen, unter denen ſie entſtanden ſind. Dieſe Bedingungen dürfen aber darum nicht zufällig heißen: wie dem Menſchen alles heißt, was er noch nicht genetiſch zu erklären vermag.

3. Abſolute und ſcheinbare Größe; Geſtaltung. — Der Durchmeſſer des größten aller Planeten, Jupiters, iſt 30mal ſo groß als der Durchmeſſer des kleinſten der ſicher beſtimmten Planeten, Merkurs; faſt 11mal ſo groß als der Durchmeſſer der Erde. Beinahe in demſelben Verhältniß ſteht

Jupiter zur Sonne. Die Durchmesser beider sind nahe wie 1 zu 10. Man hat vielleicht irrig behauptet, der Größen-Abstand der Meteorsteine, die man geneigt ist für kleine planetarische Körper zu halten, zur Vesta, welche nach einer Messung von Mädler 66 geogr. Meilen im Durchmesser, also 80 Meilen weniger hat wie Pallas nach Lamont, sei nicht bedeutender als der Größen-Abstand der Vesta zur Sonne. Nach diesem Verhältnisse müßte es Meteorsteine von 517 Fußen im Durchmesser geben. Feuerkugeln haben, so lange sie scheibenartig erscheinen, allerdings bis 2600 Fuß Durchmesser.

Die Abhängigkeit der Abplattung von der Umdrehungs-Geschwindigkeit zeigt sich am auffallendsten in der Vergleichung der Erde als eines Planeten der *inneren* Gruppe (Rot. 23^h 56′, Abpl. $\frac{1}{299}$) mit den äußeren Planeten Jupiter (Rot. 9^h 55′, Abpl. nach Arago $\frac{1}{17}$, nach John Herschel $\frac{1}{15}$) und Saturn (Rot. 10^h 29′, Abpl. $\frac{1}{10}$). Aber Mars, dessen Rotation sogar noch 41 Minuten *langsamer* ist als die Rotation der Erde, hat, wenn man auch ein viel schwächeres Resultat als das von William Herschel annimmt, doch immer sehr wahrscheinlich eine viel *größere* Abplattung. Liegt der Grund dieser Anomalie, in so fern die Oberflächen-Gestalt des elliptischen Sphäroids der Umdrehungs-Geschwindigkeit entsprechen soll, in der Verschiedenheit des Gesetzes der zunehmenden Dichtigkeiten auf einander liegender Schichten gegen das Centrum hin? oder in dem Umstand, daß die flüssige Oberfläche einiger Planeten früher erhärtet ist, als sie die ihrer Rotations-Geschwindigkeit zugehörige Figur haben annehmen können? Von der Gestaltung der Abplattung unseres Planeten hangen, wie die theoretische Astronomie beweist, die wichtigen Erscheinungen des Zurückweichens der Aequinoctial-Punkte

oder des ſcheinbaren Vorrückens der Geſtirne (Präceſſion), die der Nutation (Schwankung der Erdachſe) und der Veränderung der Schiefe der Ekliptik ab.

Die abſolute Größe der Planeten und ihre Entfernung von der Erde beſtimmen ihren ſcheinbaren Durchmeſſer. Der abſoluten (wahren) Größe nach haben wir die Planeten, von den kleineren zu den größeren übergehend, alſo zu reihen:

die in ihren Bahnen verſchlungenen, Kleinen Planeten, deren größte Pallas und Veſta zu ſein ſcheinen;
Merkur,
Mars,
Venus,
Erde,
☾
Neptun,
Uranus,
Saturn,
Jupiter.

In der mittleren Entfernung von der Erde hat Jupiter einen ſcheinbaren Aequatorial-Durchmeſſer von 38″,4, wenn derſelbe bei der, der Erde an Größe ohngefähr gleichen Venus, ebenfalls in mittlerer Entfernung, nur 16″,9; bei Mars 5″,8 iſt. In der unteren Conjunction wächſt aber der ſcheinbare Durchmeſſer der Scheibe der Venus bis 62″, wenn der des Jupiter in der Oppoſition nur eine Vergrößerung bis 46″ erreicht. Es iſt hier nothwendig zu erinnern, daß der Ort in der Bahn der Venus, an welchem ſie uns im hellſten Lichte erſcheint, zwiſchen ihre untere Conjunction und ihre größte Digreſſion von der Sonne fällt, weil da die ſchmale Lichtſichel wegen der größten Nähe zu der Erde das intenſiveſte

Licht giebt. Im Mittel erscheint Venus am herrlichsten leuchtend, ja in Abwesenheit der Sonne Schatten werfend, wenn sie 40° östlich oder westlich von der Sonne entfernt ist; dann beträgt ihr scheinbarer Durchmesser nur an 40″ und die größte Breite der beleuchteten Phase kaum 10″.

Scheinbarer Durchmesser von 7 Planeten:

Merkur in mittlerer Entfernung 6″,7 (oscillirt von 4″,4 bis 12″)
Venus „ „ „ 16″,9 (oscillirt von 9″,5 bis 62″)
Mars „ „ „ 5″,8 (oscillirt von 3″,3 bis 23″)
Jupiter „ „ „ 38″,4 (oscillirt von 30″ bis 46″)
Saturn „ „ „ 17″,1 (oscillirt von 15″ bis 20″)
Uranus „ „ „ 3″,9
Neptun „ „ „ 2″,7

Das Volumen der Planeten im Verhältniß zur Erde ist bei

Merkur	wie	1 : 16,7
Venus	„	1 : 1,05
Erde	„	1 : 1
Mars	„	1 : 7,14
Jupiter	„	1414 : 1
Saturn	„	735 : 1
Uranus	„	82 : 1
Neptun	„	108 : 1

während das Volum der Sonne zu dem der Erde = 1407124 : 1 ist. Kleine Aenderungen der Messungen des Durchmessers vergrößern die Angaben der Volumina im Verhältniß des Cubus.

Die ihren Ort verändernden, den Anblick des gestirnten Himmels anmuthig belebenden Planeten wirken gleichzeitig auf uns durch die Größe ihrer Scheiben und ihre Nähe; durch Farbe des Lichts; durch Scintillation, die einigen Planeten in

wiſſen Lagen nicht ganz fremd iſt; durch die
it der ihre verſchiedenartigen Oberflächen
lectiren. Ob eine ſchwache Lichtentwickelung
b ſie die Intenſität und Beſchaffenheit ihres
ein noch zu löſendes Problem.

4. Reihung der Planeten und Ab
n der Sonne. — Um das bisher entdeckte
tem als ein Ganzes zu umfaſſen und in ſeinen mittleren
Bſtänden von dem Centralkörper, der Sonne, darzuſtellen,
fern wir die nachfolgende Tabelle, in welcher, wie es
ner in der Aſtronomie gebräuchlich geweſen, die mittlere
ntfernung der Erde von der Sonne (20682000 geogr.
eilen) zur Einheit angenommen iſt. Wir fügen ſpäter bei
n einzelnen Planeten die größten und kleinſten Entfernungen
on der Sonne im Aphel und Perihel hinzu: je nachdem
er Planet in der Ellipſe, deren Brennpunkt die Sonne ein-
nimmt, ſich in demjenigen Endpunkte der großen Axe (Apſi-
denlinie) befindet, welcher dem Brennpunkte am fernſten
oder am nächſten iſt. Unter der mittleren Entfernung
von der Sonne, von welcher hier allein die Rede iſt, wird
das Mittel aus der größten und kleinſten Entfernung, oder
die halbe große Axe der Planetenbahn, verſtanden. Auch
iſt zu bemerken, daß die numeriſchen Data hier wie bisher,
und ſo auch im Folgenden, größtentheils aus Hanſen's ſorg-
fältiger Zuſammenſtellung der Planeten-Elemente in Schu-
macher's Jahrbuch für 1837 entnommen ſind. Wo die
auf Zeit beziehen, gelten ſie bei den älteren und
Planeten für das Jahr 1800; bei Neptun
351, mit Benutzung des Berliner aſtronomiſchen
s von 1853. Die weiter unten folgende Zuſammen-

ſtellung der Kleinen Planeten, deren Mittheilung ich d[illegible]r Freundſchaft des Dr. Galle verdanke, bezieht ſich durchgäng[illegible]ig auf neuere Epochen.

Abſtände der Planeten von der Sonne:

Merkur	0,38709
Venus	0,72333
Erde	1,00000
Mars	1,52369
Kleine Planeten:	
Flora	2,202
Victoria . . .	2,335
Veſta	2,362
Iris	2,385
Metis	2,386
Hebe	2,425
Parthenope . .	2,448
Irene	2,553
Aſträa	2,577
Egeria	2,579
Juno	2,669
Ceres	2,768
Pallas	2,773
Hygiea	3,151
Jupiter	5,20277
Saturn	9,53885
Uranus	19,18239
Neptun	30,03628

Die einfache Beobachtung der ſich von Saturn und Jup[illegible]iter bis Mars und Venus ſchnell vermindernden Umlaufsze[illegible]iten hatte, bei der Annahme, daß die Planeten an bewegl[illegible]iche Sphären geheftet ſeien, ſehr früh auf Ahndungen über die Abſtände dieſer Sphären von einander geführt. Da un[illegible]ter den Griechen vor Ariſtarch von Samos und der Errichtu[illegible]ung des alexandriniſchen Muſeums von methodiſch angeſtel[illegible]ten

Beobachtungen und Meſſungen keine Spur zu finden iſt; ſo entſtand eine große Verſchiedenheit in den Hypotheſen über die Reihung der Planeten und ihre relativen Abſtände: ſei es, wie nach dem am meiſten herrſchenden Syſteme, über die Abſtände von der im Centrum ruhenden Erde; oder, wie bei den Pythagoreern, über die Abſtände von dem Heerd des Weltalls, der Heſtia. Man ſchwankte beſonders in der Stellung der Sonne, d. h. in ihrer relativen Lage gegen die unteren Planeten und den Mond.[18] Die Pythagoreer, denen Zahl die Quelle der Erkenntniß, die Weſenheit der Dinge war, wandten ihre Zahlentheorie, die alles verſchmelzende Lehre der Zahlverhältniſſe auf die geometriſche Betrachtung der früh erkannten 5 regelmäßigen Körper, auf die muſikaliſchen Intervalle der Töne, welche die Accorde beſtimmen und verſchiedene Klanggeſchlechter bilden, ja auf den Weltenbau ſelbſt an: ahndend, daß die bewegten, gleichſam ſchwingenden, Klangwellen erregenden Planeten nach den harmoniſchen Verhältniſſen ihrer räumlichen Intervalle eine Sphärenmuſik hervorrufen müßten. „Dieſe Muſik", ſetzten ſie hinzu, „würde dem menſchlichen Ohre vernehmbar ſein, wenn ſie nicht, eben darum weil ſie perpetuirlich iſt und weil der Menſch von Kindheit auf daran gewöhnt iſt, überhört würde."[19] Der harmoniſche Theil der pythagoriſchen Zahlenlehre ſchloß ſich ſo der figürlichen Darſtellung des Kosmos an, ganz im Sinne des Platoniſchen Timäus; denn „die Kosmogonie iſt dem Plato das Werk der von der Harmonie zu Stande gebrachten Vereinigung entgegengeſetzter Urgründe".[20] Er verſucht ſogar in einem anmuthigen Bilde die Welttöne zu verſinnlichen, indem er auf jede der Planetenſphären eine Sirene ſetzt, die, von den ernſten Töchtern der Nothwendigkeit,

den drei Mören, unterſtützt, die ewige Umkreiſung der Wel[illegible]
ſpindel fördern.[21] Eine ſolche Darſtellung der Sirenen, [illegible]
deren Stelle bisweilen als Himmelsſängerinnen die Muſ[illegible]
treten, iſt uns in antiken Kunſtdenkmälern, beſonders in g[illegible]
ſchnittenen Steinen, mehrfach erhalten. Im chriſtlichen Alte[illegible]
thume, wie im ganzen Mittelalter, von Baſilius dem Große[illegible]
an bis Thomas von Aquino und Petrus Alliacus, wird der [illegible]er
Harmonie der Sphären noch immer, doch meiſt tadelnd [illegible]d,
gedacht.[22]

Am Ende des ſechzehnten Jahrhunderts erwachten in dem [illegible]m
phantaſiereichen Kepler wieder alle pythagoriſchen und platoni[illegible]ni-
ſchen Weltanſichten, gleichzeitig die geometriſchen wie die muſika[illegible]a-
liſchen. Kepler baute, nach ſeinen naturphiloſophiſchen Phan[illegible]n-
taſien, das Planetenſyſtem erſt in dem Mysterium cos[illegible]s-
mographicum nach der Norm der 5 regulären Körper[illegible]er,
welche zwiſchen die Planetenſphären gelegt werden können, dan[illegible]nn
in der Harmonice Mundi nach den Intervallen der Töne[illegible]öne
auf.[23] Von der Geſetzlichkeit in den relativen Abſtänden [illegible]den
der Planeten überzeugt, glaubte er das Problem durch ei[illegible]ine
glückliche Combination ſeiner früheren und ſpäteren Anſichten[illegible]ten
gelöſt zu haben. Auffallend genug iſt es, daß Tycho de
Brahe, den wir ſonſt immer ſo ſtreng an die wirkliche Beo[illegible]eob-
achtung gefeſſelt finden, ſchon vor Kepler die von Rothma[illegible]ann
beſtrittene Meinung geäußert hatte, daß die kreiſenden We[illegible]elt-
körper die Himmelsluft (was wir jetzt das widerſtehen [illegible]nde
Mittel nennen) zu erſchüttern vermöchten, um Töne zu [illegible]er-
zeugen.[24] Die Analogien der Tonverhältniſſe mit den A[illegible]Ab-
ſtänden der Planeten, denen Kepler ſo lange und ſo mühſ[illegible]am
nachſpürte, blieben aber, wie mir ſcheint, bei dem geiſtreic[illegible]hen
Forſcher ganz in dem Bereich der Abſtractionen. Er fr[illegible]eut

ſich, zu größerer Verherrlichung des Schöpf
lichen Verhältniſſen des Kosmos muſikaliſc
niſſe entdeckt zu haben; er läßt, wie in dic
ſterung, „Venus zuſammen mit der Erde in der
Dur, in der Sonnennähe Moll ſpielen: ja der h
des Jupiter und der der Venus müſſen im Moll-Acco
ſammentreffen". Trotz aller dieſer ſo häufig gebrauchten
doch nur ſymboliſirenden, Ausdrücke ſagt Kepler beſtimmt:
jam soni in coelo nulli existunt, nec tam turbulentus est
motus, ut ex attritu *aurae coelestis* eliciatur stridor. (Harmonice Mundi lib. V cap. 4.) Der dünnen und heiteren Weltluft (aura coelestis) wird hier alſo wieder gedacht.

Die vergleichende Betrachtung der Planeten-Intervalle mit den regelmäßigen Körpern, welche dieſe Intervalle ausfüllen müſſen, hatte Kepler ermuthigt ſeine Hypotheſen ſelbſt bis auf die Fixſternwelt auszudehnen.[25] Was bei der Auffindung der Ceres und der anderen ſogenannten Kleinen Planeten an die pythagoriſchen Combinationen Kepler's zuerſt wieder lebhaft erinnert hat, iſt deſſen, faſt vergeſſene Aeußerung geweſen über die wahrſcheinliche Exiſtenz eines noch ungeſehenen Planeten in der großen planetenloſen Kluft zwiſchen Mars und Jupiter. (Motus semper distantiam pone sequi videtur; atque ubi magnus hiatus erat inter orbes, erat et inter motus.) „Ich bin kühner geworden", ſagt er in der Einleitung zum Mysterium cosmographicum, „und ſetze zwiſchen Jupiter einen neuen Planeten, wie auch (eine Behauptung weniger glücklich war und lange unbeachtet[26] blieb) ren Planeten zwiſchen Venus und Merkur; ahrſcheinlich beide ihrer außerordentlichen Kleinheit

)egen nicht geſehen.“[27] Später fand Kepler, daß er dieſe[illegible]
euen Planeten für ſein Sonnenſyſtem nach den Eigen[illegible]
haften der 5 regelmäßigen Körper nicht bedürfe; es komm[illegible]
ur darauf an, den Abſtänden der alten Planeten eine klein[illegible]
Gewalt anzuthun. (»Non reperies novos et incognito[illegible]
Planetas, ut paulo antea, interpositos, non ea mih[illegible]
robatur audacia; sed illos veteres *parum admodum luxa*[illegible]
os.« Myst. cosmogr. p. 10.) Die geiſtigen Richtun[illegible]
en Kepler's waren den Pythagoriſchen und noch mehr de[illegible]
n Timäus ausgeſprochenen Platoniſchen ſo analog, daß, [illegible] ſo
)ie Plato (Cratyl. p. 409) in den ſieben Planetenſph[illegible]
en neben der Verſchiedenheit der Töne auch die der Fa[illegible]
en fand, Kepler ebenfalls (Astron. opt. cap. 6 pag. 26[illegible]
igene Verſuche anſtellte, um an einer verſchieden erleuchtete[illegible]
Tafel die Farben der Planeten nachzuahmen. War do[illegible]
er große, in ſeinen Vernunftſchlüſſen immer ſo ſtreng[illegible]
Newton ebenfalls noch geneigt, wie ſchon Prevoſt (Mé[illegible]
e l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93) bemer[illegible]
ie Dimenſion der 7 Farben des Spectrums auf die diaton[illegible]
he Scale zu reduciren.[28]

Die Hypotheſe von noch unbekannten Gliedern der Pl[illegible] Pla-
etenreihe des Sonnenſyſtems erinnert an die Meinung d[illegible] des
elleniſchen Alterthums: daß es weit mehr als 5 Planet[illegible]eten
ebe; dies ſei ja nur die Zahl der beobachteten, viele ande[illegible]dere
ber blieben ungeſehen wegen der Schwäche ihres Lichtes ur[illegible] und
hrer Stellung. Ein ſolcher Ausſpruch ward beſonders de[illegible]dem
Artemidor aus Epheſus zugeſchrieben.[29] Ein anderer al[illegible] alt-
elleniſcher, vielleicht ſelbſt ägyptiſcher Glaube ſcheint der g[illegible] ge-
weſen zu ſein: „daß die Himmelskörper, welche wir je[illegible] jetzt
ehen, nicht alle von je her zugleich ſichtbar waren“. [illegible] Mit

einem solchen physischen oder vielmehr historischen Mythus hängt die sonderbare Form des Lobes eines hohen Alters zusammen, das einige Volksstämme sich selbst beilegten. So nannten sich Proselenen die vorhelleniſchen pelasgiſchen Bewohner Arkadiens: weil ſie ſich rühmten früher in ihr Land gekommen zu ſein, als der Mond die Erde begleitete. Vorhelleniſch und vormondlich waren ſynonym. Das Erſcheinen eines Geſtirns wurde als eine Himmelsbegebenheit geſchildert, wie die Deucalioniſche Fluth eine Erdbegebenheit war. Apulejus (Apologia Vol. II. p. 494 ed. Oudendorp; Kosmos Bd. II. S. 439 Anm. 53) dehnte die Fluth bis auf die gätuliſchen Gebirge des nördlichen Afrika's aus. Bei Apollonius Rhodius, der nach alexandriniſcher Sitte gern alten Muſtern nachahmte, heißt es von der frühen Anſiedelung der Aegypter im Nilthale: „noch kreiſten nicht am Himmel die Geſtirne alle; noch waren die Danaer nicht erſchienen, nicht das Deucalioniſche Geſchlecht.“ [30] Dieſe wichtige Stelle erläutert das Lob des pelasgiſchen Arkadien.

Ich ſchließe dieſe Betrachtungen über die Abſtände und räumliche Reihung der Planeten mit einem Geſetz, welches eben nicht dieſen Namen verdient, und das Lalande und Delambre ein Zahlenſpiel, Andere ein mnemoniſches Hülfsmittel nennen. Es hat daſſelbe unſeren verdienſtvollen Bode viel beſchäftigt, beſonders zu der Zeit, als Piazzi die Ceres auffand: eine Entdeckung, die jedoch keineswegs durch jenes ſogenannte Geſetz, ſondern eher durch einen Druckfehler in Wollaſton's Sternverzeichniß veranlaßt wurde. Wollte man die Entdeckung als die Erfüllung einer Vorausſagung betrachten; ſo muß man nicht vergeſſen, daß letztere, wie wir

ſchon oben erinnert haben, bis zu Kepler hinaufreicht, alſo
mehr denn 1½ Jahrhunderte über Titius und Bode hinaus.
Obgleich der Berliner Aſtronom in der 2ten Auflage ſeiner
populären und überaus nützlichen „Anleitung zur Kenntniß
des geſtirnten Himmels“ bereits ſehr beſtimmt erklärt hatte,
„daß er das Geſetz der Abſtände einer in Wittenberg durch
Prof. Titius veranſtalteten Ueberſetzung von Bonnet's Con—
templation de la Nature entlehne“; ſo hat daſſelbe
doch meiſt ſeinen Namen und ſelten den von Titius geführt.
In einer Note, welche der Letztere dem Capitel über das
Weltgebäude hinzufügte,[31] heißt es: „Wenn man die Ab-
ſtände der Planeten unterſucht, ſo findet man, daß faſt alle
in der Proportion von einander entfernt ſind, wie ihre kör-
perlichen Größen zunehmen. Gebet der Diſtanz von der
Sonne bis zum Saturn 100 Theile; ſo iſt Merkur 4 ſolcher
Theile von der Sonne entfernt, Venus 4 + 3 = 7 derſelben,
die Erde 4 + 6 = 10, Mars 4 + 12 = 16. Aber von Mars
bis zu Jupiter kommt eine Abweichung von dieſer ſo ge-
nauen (!) Progreſſion vor. Vom Mars folgt ein Raum
von 4 + 24 = 28 ſolcher Theile, darin weder ein Haupt-
planet noch ein Nebenplanet zur Zeit geſehen wird. Und der
Bauherr ſollte dieſen Raum leer gelaſſen haben? Es iſt nicht
zu zweifeln, daß dieſer Raum den bisher noch unentdeckten
Trabanten des Mars zugehöre, oder daß vielleicht auch Ju-
piter noch Trabanten um ſich habe, die bisher durch kein
Fernrohr geſehen ſind. Von dem uns (in ſeiner Erfüllung
unbekannten Raum erhebt ſich Jupiters Wirkungskreis in
4 + 48 = 52. Dann folgt Saturn in 4 + 96 = 100 Theilen
— ein bewundernswürdiges Verhältniß.“ — Titius war alſo
geneigt den Raum zwiſchen Mars und Jupiter nicht un-

einem, sondern mit mehreren Weltkörpern, wie es wirklich der Fall ist, auszufüllen; aber er vermuthete, daß dieselben eher *Neben-* als Hauptplaneten wären.

Wie der Uebersetzer und Commentator von Bonnet zu der Zahl 4 für die Merkurbahn gelangte, ist nirgends ausgesprochen. Er wählte sie vielleicht nur, um für den damals entferntesten Planeten Saturn, dessen Entfernung 9,5: also nahe = 10,0 ist, genau 100 zu haben, in Verbindung mit den leicht theilbaren Zahlen 96, 48, 24 u. s. f. Daß er die Reihenfolge bei den *näheren* Planeten beginnend aufgestellt habe, ist minder wahrscheinlich. Eine hinreichende Uebereinstimmung des nicht von der Sonne, sondern vom Merkur anhebenden Gesetzes der *Verdoppelung* mit den wahren Planeten-Abständen konnte schon im vorigen Jahrhundert nicht behauptet werden, da letztere damals genau genug für diesen Zweck bekannt waren. In der Wirklichkeit nähern sich allerdings der Verdoppelung sehr die Abstände zwischen Jupiter, Saturn und Uranus; indeß hat sich seit der Entdeckung des Neptun, welcher dem Uranus viel zu nahe steht, das Mangelhafte der Progression in einer augenfälligen Weise zu erkennen gegeben.[32]

Was man das Gesetz des Vicarius Wurm aus Leonberg nennt und bisweilen von dem Titius-Bode'schen Gesetze unterscheidet, ist eine bloße Correction, welche Wurm bei der Entfernung des Merkur von der Sonne und bei der Differenz der Merkur- und Venus-Abstände angebracht hat. Er setzt, der Wahrheit sich mehr nähernd, den ersteren zu 387, den zweiten zu 680, den Erdabstand zu 1000.[33] Gauß hat schon bei Gelegenheit der Entdeckung der Pallas durch Olbers in einem Briefe an Zach (Oct. 1802) das sogenannte *Gesetz*

der Abstände treffend gerichtet. „Das von Titius ange[illegible]gebene", sagt er, „trifft bei den meisten Planeten, gegen die [illegible] Natur aller Wahrheiten, die den Namen Gesetz verdienen, [illegible]n, nur ganz beiläufig, und, was man noch nicht einmal be[illegible]merkt zu haben scheint, beim Merkur gar nicht zu. Es ist [illegible] einleuchtend, daß die Reihe

4, 4 + 3, 4 + 6, 4 + 12, 4 + 24, 4 + 48, 4 + 96, 4 + 192[illegible],

womit die Abstände übereinstimmen sollten, gar nicht einma[illegible] eine continuirliche Reihe ist. Das Glied, welches vor 4 + [illegible] 3 hergeht, muß ja nicht 4, d. i. 4 + 0, sondern 4 + 1½ sei[illegible]. Also zwischen 4 und 4 + 3 sollten noch unendlich viele li[illegible]gen; oder, wie Wurm es ausdrückt, für n = 1 kommt a[illegible] $4 + 2^{n-2}.3$ nicht 4, sondern 5½. Es ist übrigens g[illegible]ar nicht zu tadeln, wenn man dergleichen ungefähre Uebereinstimmungen in der Natur aufsucht. Die größten Männ[illegible]er aller Zeiten haben solchem lusus ingenii nachgehangen."

5. Massen der Planeten. — Sie sind durch S[illegible]atelliten, wo solche vorhanden sind, durch gegenseitige St[illegible]störungen der Hauptplaneten unter einander oder durch Ei[illegible]inwirkung eines Cometen von kurzem Umlauf ergründet worde[illegible]den. So wurde von Encke 1841 durch Störungen, welche se[illegible] sein Comet erleidet, die bis dahin unbekannte Masse des Merk[illegible]rkur bestimmt. Für Venus bietet derselbe Comet für die Fol[illegible]olge Aussicht der Massen-Verbesserung dar. Auf Jupiter werd[illegible]rden die Störungen der Vesta angewandt. Die Masse d[illegible] der Sonne als Einheit genommen, sind (nach Encke, vier [illegible]rte Abhandlung über den Cometen von Pons in d[illegible] den Schriften der Berliner Akademie der Wissensch[illegible]haften für 1842 S. 5):

Venus	$\frac{1}{401839}$
Erde	$\frac{1}{359551}$
(Erde und Mond zusammen . .	$\frac{1}{355499}$)
Mars	$\frac{1}{2680337}$
Jupiter mit seinen Trabanten .	$\frac{1}{1047,879}$
Saturn	$\frac{1}{3501,6}$
Uranus	$\frac{1}{24605}$
Neptun	$\frac{1}{14446}$

Noch größer, jedoch der Wahrheit bemerkenswerth nahe, $\frac{1}{9322}$, ist die Masse, welche Le Verrier vor der wirklichen Auffindung des Neptun durch Galle mit Hülfe seiner scharfsinnigen Berechnungen ermittelte. Die Reihung der Hauptplaneten, die Kleinen ungerechnet, ist demnach bei zunehmender Masse folgende:

Merkur, Mars, Venus, Erde, Uranus, Neptun, Saturn, Jupiter;

also, wie auch in Volum und Dichte, ganz verschieden von der Reihenfolge der Abstände vom Centralkörper.

6. Dichtigkeit der Planeten. — Die vorher erwähnten Volumina und Massen anwendend, erhält man für die Dichtigkeiten der Planeten (je nachdem man die des Erdkörpers oder die des Wassers gleich 1 setzt) folgende numerische Verhältnisse:

Planeten.	Verhältniß zum Erdkörper.	Verhältniß zur Dichtigkeit des Waſſers.
Merkur	1,234	6,71
Venus	0,940	5,11
Erde	1,000	5,44
Mars	0,958	5,21
Jupiter	0,243	1,32
Saturn	0,140	0,76
Uranus	0,178	0,97
Neptun	0,230	1,25

In der Vergleichung der planetariſchen Dichtigkeiten mit Waſſer dient zur Grundlage die Dichtigkeit des Erdkörpers. Reich's Verſuche mit der Drehwage haben in Freiberg 5,4383 gegeben: ſehr gleich den analogen Verſuchen von Cavendiſh, welche nach der genaueren Berechnung von Francis Baily 5,448 gaben. Aus Baily's eigenen Verſuchen folgte das Reſultat 5,660. Man erkennt in der obigen Tabelle, daß Merkur nach Encke's Maſſen-Beſtimmung den anderen Planeten von mittlerer Größe ziemlich nahe ſteht.

Die vorſtehende Tabelle der Dichtigkeiten erinnert lebhaft an die mehrmals von mir berührte Eintheilung der Planeten in zwei Gruppen, welche durch die Zone der Kleinen Planeten von einander getrennt werden. Die Unterſchiede der Dichtigkeit, welche Mars, Venus, die Erde und ſelbſt Merkur darbieten, ſind ſehr gering; faſt eben ſo ſind unter ſich ähnlich, aber 4- bis 7mal unbichter als die vorige Gruppe, die ſonnenferneren Planeten Jupiter, Neptun, Uranus und Saturn. Die Dichtigkeit der Sonne (0,252, die der Erde = 1,000 geſetzt: alſo im Verhältniß zum Waſſer 1,37) iſt

um weniges größer als die Dichtigkeiten des Jupiter und Neptun. Der zunehmenden Dichte nach müssen demnach Planeten und Sonne[34] folgendermaßen gereihet werden:

Saturn, Uranus, Neptun, Jupiter, Sonne, Venus, Mars, Erde, Merkur.

Obgleich die dichtesten Planeten, im ganzen genommen, die der Sonne näheren sind, so ist doch, wenn man die Planeten einzeln betrachtet, ihre Dichtigkeit keinesweges den Abständen proportional, wie Newton anzunehmen geneigt war[35].

7. Siderische Umlaufszeit und Achsendrehung. — Wir begnügen uns hier die siderischen oder wahren Umlaufszeiten der Planeten in Beziehung auf die Fixsterne oder einen festen Punkt des Himmels anzugeben. In der Zeit einer solchen Revolution legt ein Planet volle 360 Grade um die Sonne zurück. Die siderischen Revolutionen (Umläufe) sind sehr von den tropischen und synodischen zu unterscheiden, deren erstere sich auf die Rückkehr zur Frühlings-Nachtgleiche, letztere sich auf den Zeitunterschied zwischen zwei nächsten Conjunctionen oder Oppositionen beziehen.

Planeten.	Siderische Umlaufszeiten.	Rotation.
Merkur	87ᵗ,96928	. . . . .
Venus	224,70078	. . . . .
Erde	365,25637	0ᵗ 23ʰ 56′ 4″
Mars	686,97964	1ᵗ 0ʰ 37′ 20″
Jupiter	4332,58480	0ᵗ 9ʰ 55′ 27″
Saturn	10759,21981	0ᵗ 10ʰ 29′ 17″
Uranus	30686,82051	. . . . .
Neptun	60126,7	. . . . .

einer anderen, mehr übersichtlichen Form sind die wahren
Umlaufszeiten:

Merkur 87^{T} 23^{h} 15′ 46″
Venus 224^{T} 16^{h} 49′ 7″
Erde 365^{T} 6^{h} 9′ 10″,7496: woraus gefol-
gert wird die tropische Umlaufszeit oder die Länge des
Sonnenjahres zu 365^{T},24222 oder 365^{T} 5^{h} 48′ 47″,809 =
die Länge des Sonnenjahres wird wegen des Vorrückens
der Nachtgleichen in 100 Jahren um 0″,595 kürzer;
Mars 1 Jahr 321^{T} 17^{h} 30′ 41″;
Jupiter 11 Jahre 314^{T} 20^{h} 2′ 7″;
Saturn 29 Jahre 166^{T} 23^{h} 16′ 32″;
Uranus 84 Jahre 5^{T} 19^{h} 41′ 36″;
Neptun 164 Jahre 225^{T} 17^{h}.

e Rotation ist bei den sehr großen äußeren Planeten, wel-
leich eine lange Umlaufszeit haben, am schnellsten; bei den
neren inneren, der Sonne näheren, langsamer. Die Um-
fszeit der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter ist sehr
schieden und wird bei der Herzählung der einzelnen Pla-
erwähnt werden. Es ist hier hinlänglich ein vergleich-
Resultat anzuführen, und zu bemerken, daß unter den
inen Planeten sich die längste Umlaufszeit findet bei Hygi-
kürzeste bei Flora.

8. Neigung der Planetenbahnen und Ro-
ns-Achsen. — Nächst den Massen der Planeten gehören
Neigung und Excentricität ihrer Bahnen zu den wichtig-
n Elementen, von welchen die Störungen abhangen.
e Vergleichung derselben in der Reihenfolge der inne-
nen mittleren, und äußeren Planeten (von Merkur bis
ars, von Flora bis Hygiea, von Jupiter bis Nept un)

bietet mannigfaltige Aehnlichkeiten und Contraste dar, welche zu Betrachtungen über die Bildung dieser Weltkörper und ihre an lange Zeitperioden geknüpften Veränderungen leiten. Die in so verschiedenen elliptischen Bahnen kreisenden Planeten liegen auch alle in verschiednen Ebenen; sie werden, um eine numerische Vergleichung möglich zu machen, auf eine feste oder nach einem gegebenen Gesetze bewegliche Fundamental-Ebene bezogen. Als eine solche gilt am bequemsten die Ekliptik (die Bahn, welche die Erde wirklich durchläuft) oder der Aequator des Erdsphäroids. Wir fügen zu derselben Tabelle die Neigungen der Rotations-Achsen der Planeten gegen ihre eigene Bahn hinzu, so weit dieselben mit einiger Sicherheit ergründet sind.

Planeten.	Neigung der Planetenbahnen gegen die Ekliptik.	Neigung der Planetenbahnen gegen den Erd-Aequator.	Neigung der Achsen der Planeten gegen ihre Bahnen.
Merkur	7° 0′ 5″,9	28° 45′ 8″	. . . . .
Venus	3° 23′ 28″,5	24° 33′ 21″	. . . . .
Erde	0° 0′ 0″	23° 27′ 54″,8	66° 32′
Mars	1° 51′ 6″,2	24° 44′ 24″	61° 18′
Jupiter	1° 18′ 51″,6	23° 18′ 28″	86° 54′
Saturn	2° 29′ 35″,9	22° 38′ 44″	. . . . .
Uranus	0° 46′ 28″,0	23° 41′ 24″	. . . . .
Neptun	1° 47′	22° 21′	. . . . .

Die Kleinen Planeten sind hier ausgelassen, weil sie weiter unten als eine eigene, abgeschlossene Gruppe behandelt werden. Wenn man den sonnennahen Merkur ausnimmt, dessen Bahnneigung gegen die Ekliptik (7° 0′ 5″,9) der des Sonnen-Aequators (7° 30′) sehr nahe kommt, so sieht man die Neigung der anderen sieben Planetenbahnen zwischen 0° ¾ und

3½ Grad oſcilliren. In der Stellung der Rotations-Achſen gegen die eigene Bahn iſt es Jupiter, welcher ſich dem Extreme der Perpendicularität am meiſten nähert. Im Uranus dagegen fällt, nach der Neigung der Trabanten-Bahnen zu ſchließen, die Rotations-Achſe faſt mit der Ebene der Bahn des Planeten zuſammen.

Da von der Größe der Neigung der Erdachſe gegen die Ebene ihrer Bahn, alſo von der Schiefe der Ekliptik (d. h. von dem Winkel, welchen die ſcheinbare Sonnenbahn in ihrem Durchſchnittspunkte mit dem Aequator macht), die Vertheilung und Dauer der Jahreszeiten, die Sonnenhöhen unter verſchiedenen Breiten und die Länge des Tages abhangen; ſo iſt dieſes Element von der äußerſten Wichtigkeit für die aſtronomiſchen Klimate, d. h. für die Temperatur der Erde, in ſo fern dieſelbe Function der erreichten Mittagshöhen der Sonne und der Dauer ihres Verweilens über dem Horizonte iſt. Bei einer großen Schiefe der Ekliptik, oder wenn gar der Erd-Aequator auf der Erdbahn ſenkrecht ſtände, würde jeder Ort einmal im Jahr, ſelbſt unter den Polen, die Sonne im Zenith, und längere oder kürzere Zeit nicht aufgehen ſehen. Die Unterſchiede von Sommer und Winter würden unter jeder Breite (wie die Tagesdauer) das Maximum des Gegenſatzes erreichen. Die Klimate würden in jeder Gegend der Erde im höchſten Grade zu denen gehören, welche man extreme nennt und die eine unabſehbar verwickelte Reihe ſchnell wechſelnder Luftſtrömungen nur wenig zu mäßigen vermöchte. Wäre im umgekehrten Fall die Schiefe der Ekliptik null, fiele der Erd-Aequator mit der Ekliptik zuſammen; ſo hörten an jedem Orte die Unterſchiede der Jahreszeiten und Tageslängen auf, weil die Sonne ſich

ununterbrochen ſcheinbar im Aequator bewegen würde. Die Bewohner des Pols würden nie aufhören ſie am Horizonte zu ſehen. „Die mittlere Jahres-Temperatur eines jeden Punktes der Erdoberfläche würde auch die eines jeden einzelnen Tages ſein.“[36] Man hat dieſen Zuſtand den eines ewigen Frühlings genannt, doch wohl nur wegen der allgemein gleichen Länge der Tage und Nächte. Ein großer Theil der Gegenden, welche wir jetzt die gemäßigte Zone nennen, würden, da der Pflanzenwuchs jeder anregenden Sonnenwärme entbehren müßte, in das faſt immer gleiche, eben nicht erfreuliche Frühlings-Klima verſetzt ſein, von welchem ich unter dem Aequator in der Andeskette, der ewigen Schneegrenze nahe, auf den öden Bergebenen (Paramos[37]) zwiſchen 10000 und 12000 Fuß, viel gelitten. Die Tages-Temperatur der Luft oſcillirt dort immerdar zwiſchen 4° ½ und 9° Réaumur.

Das griechiſche Alterthum iſt viel mit der Schiefe der Ekliptik beſchäftigt geweſen, mit rohen Meſſungen, mit Muthmaßungen über ihre Veränderlichkeit, und dem Einfluß der Neigung der Erdachſe auf Klimate und Ueppigkeit der organiſchen Entwickelung. Dieſe Speculationen gehörten vorzüglich dem Anaxagoras, der pythagoriſchen Schule und dem Oenopides von Chios an. Die Stellen, die uns darüber aufklären ſollen, ſind dürftig und unbeſtimmt; doch geben ſie zu erkennen, daß man ſich die Entwickelung des organiſchen Lebens und die Entſtehung der Thiere als gleichzeitig mit der Epoche dachte, in welcher die Erdachſe ſich zu neigen anfing: was auch die Bewohnbarkeit des Planeten in einzelnen Zonen veränderte. Nach Plutarch de plac. philos. II, 8 glaubte Anaxagoras: „daß die Welt, nachdem ſie entſtanden und lebende Weſen aus ihrem Schooße hervorgebracht, ſich von ſelbſt

gegen die Mittagsseite geneigt habe." In derselben Beziehung sagt Diogenes Laertius II, 9 von dem Klazomenier: „die Sterne hatten sich anfangs in kuppelartiger Lage fortgeschwungen, so daß der jedesmal erscheinende Pol scheitelrecht über der Erde stand; später aber hatten sie die schiefe Richtung angenommen." Die Entstehung der Schiefe der Ekliptik dachte man sich wie eine kosmische Begebenheit. Von einer fortschreitenden späteren Veränderung war keine Rede.

Die Schilderung der beiden extremen, also entgegengesetzten Zustände, denen sich die Planeten Uranus und Jupiter am meisten nähern, sind dazu geeignet an die Veränderungen zu erinnern, welche die zunehmende oder abnehmende Schiefe der Ekliptik in den meteorologischen Verhältnissen unseres Planeten und in der Entwickelung der organischen Lebensformen hervorbringen würde, wenn diese Zu- oder Abnahme nicht in sehr enge Grenzen eingeschlossen wären. Die Kenntniß dieser Grenzen, Gegenstand der großen Arbeiten von Leonhard Euler, Lagrange und Laplace, kann für die neuere Zeit eine der glänzendsten Errungenschaften der theoretischen Astronomie und der vervollkommneten höheren Analysis genannt werden. Diese Grenzen sind so enge, daß Laplace (Expos. du Système du Monde, éd. 1824 p. 303) die Behauptung aufstellte, die Schiefe der Ekliptik oscillire nach beiden Seiten nur 1° ½ um ihre mittlere Lage. Nach dieser Angabe[38] würde uns die Tropenzone (der Wendekreis des Krebses, als ihr nördlichster, äußerster Saum) nur um eben so viel näher kommen. Es wäre also, wenn man die Wirkung so vieler anderer meteorologischer Perturbationen ausschließt, als würde Berlin von seiner jetzigen isothermen Linie allmälig auf die von Prag versetzt. Die

Erhöhung der mittleren Jahres-Temperatur würde kaum mehr als einen Grad des hunderttheiligen Thermometers betragen.[39] Biot nimmt zwar auch nur enge Grenzen in der alternirenden Veränderung der Schiefe der Ekliptik an, hält es aber für rathſamer ſie nicht an beſtimmte Zahlen zu feſſeln. »La diminution lente et séculaire de l'obliquité de l'écliptique«, ſagt er, »offre des états alternatifs qui produisent une oscillation éternelle, comprise entre des limites fixes. La théorie n'a pas encore pu parvenir à déterminer ces limites; mais d'après la constitution du système planétaire, elle a démontré qu'elles existent et qu'elles sont *très peu étendues*. Ainsi, à ne considérer que le seul effet des causes constantes qui agissent actuellement sur le système du monde, on peut affirmer que le plan de l'écliptique *n'a jamais coïncidé* et ne *coïncidera jamais* avec le plan de l'équateur, phénomène qui, s'il arrivait, produirait sur la terre le (prétendu!) printemps perpétuel.« Biot, Traité d'Astronomie physique, 3me éd. 1847, T. IV. p. 91.

Während die von Bradley entdeckte Nutation der Erdachſe bloß von der Einwirkung der Sonne und des Erd-Satelliten auf die abgeplattete Geſtalt unſeres Planeten abhängt, iſt das Zunehmen und Abnehmen der Schiefe der Ekliptik die Folge der veränderlichen Stellung aller Planeten. Gegenwärtig ſind dieſe ſo vertheilt, daß ihre Geſammtwirkung auf die Erdbahn eine Verminderung der Schiefe der Ekliptik hervorbringt. Letztere beträgt jetzt nach Beſſel jährlich 0″,457. Nach dem Verlauf von vielen tauſend Jahren wird die Lage der Planetenbahnen und ihrer Knoten (Durchſchnittspunkte auf der Ekliptik) ſo verſchieden ſein, daß

as Vorwärtsgehen der Aequinoctien in ein Rückwärtsgehen
nd demnach in eine Zunahme der Schiefe der Ekliptik wird
erwandelt ſein. Die Theorie lehrt, daß dieſe Zu- und Ab-
ahme Perioden von ſehr ungleicher Dauer ausfüllt. Die
lteſten aſtronomiſchen Beobachtungen, welche uns mit genau-en
umeriſchen Angaben erhalten ſind, reichen bis in das Jahr
104 vor Chriſtus hinauf und bezeugen das hohe Alter chine-
ſcher Civiliſation. Litterariſche Monumente ſind kaum hun-
ert Jahre jünger, und eine geregelte hiſtoriſche Zeitrechnung
eicht (nach Eduard Biot) bis 2700 Jahre vor Chriſtus hin-
uf.[40] Unter der Regentſchaft des Tſcheu-kung, Bruders
es Wu-wang, wurden an einem 8füßigen Gnomon in der
Stadt Lo-jang ſüdlich vom gelben Fluſſe (die Stadt heißt
etzt Ho-nan-fu, in der Provinz Ho-nan) in einer Breite
on 34° 46′ die Mittagsſchatten[41] in zwei Solſtitien gemeſſen.
Sie gaben die Schiefe der Ekliptik zu 23° 54′: alſo um 27′
größer, als ſie 1850 war. Die Beobachtungen von Pytheas
nd Eratoſthenes zu Marſeille und Alexandrien ſind ſechs und
eben Jahrhunderte jünger. Wir beſitzen 4 Reſultate über
ie Schiefe der Ekliptik vor unſerer Zeitrechnung, und 7 nach
erſelben bis zu Ulugh Beg's Beobachtungen auf der Stern-
arte zu Samarkand. Die Theorie von Laplace ſtimmt auf
ine bewundernswürdige Weiſe, bald in plus, bald in minus,
it den Beobachtungen für einen Zeitraum von faſt 3000 Jah-
en überein. Die uns überkommene Kenntniß von Tſcheu-
ung's Meſſung der Schattenlängen iſt um ſo glücklicher, als
ie Schrift, welche ihrer erwähnt, man weiß nicht aus welcher
rſach, der großen vom Kaiſer Schi-hoang-ti aus der Tſin-
ynaſtie im Jahr 246 vor Chr. anbefohlenen fanatiſchen Bücher-
erſtörung entgangen iſt. Da der Anfang der 4ten ägyptiſchen

Dynaſtie mit den pyramidenbauenden Königen Chufu, Schafra und Menkera nach den Unterſuchungen von Lepſius 23 Jahrhunderte vor der Solſtitial-Beobachtung zu Lo-jang fällt, ſo iſt bei der hohen Bildungsſtufe des ägyptiſchen Volkes und ſeiner frühen Calender-Einrichtung es wohl ſehr wahrſcheinlich, daß auch damals ſchon Schattenlängen im Nilthal gemeſſen wurden; Kenntniß davon iſt aber nicht auf uns gekommen. Selbſt die Peruaner, obgleich weniger fortgeſchritten in der Vervollkommnung des Calenderweſens und der Einſchaltungen, als es die Mexicaner und die Muyscas (Bergbewohner von Neu-Granada) waren, hatten Gnomonen, von einem, auf ſehr ebener Grundfläche eingezeichneten Kreiſe umgeben. Es ſtanden dieſelben ſowohl im Inneren des großen Sonnentempels zu Cuzco als an vielen anderen Orten des Reichs; ja der Gnomon zu Quito, faſt unter dem Aequator gelegen und bei den Aequinoctial-Feſten mit Blumen bekränzt, wurde in größerer Ehre als die anderen gehalten.[42]

9. Excentricität der Planetenbahnen. — Die Form der elliptiſchen Bahnen iſt beſtimmt durch die größere oder geringere Entfernung der beiden Brennpunkte vom Mittelpunkt der Ellipſe. Dieſe Entfernung oder Excentricität der Planetenbahnen variirt, in Theilen der halben großen Axe der Bahnen ausgedrückt, von 0,006 (alſo der Kreisform ſehr nahe) in Venus und von 0,076 in Ceres bis 0,205 in Merkur und 0,255 in Juno. Auf die am wenigſten excentriſchen Bahnen der Venus und des Neptun folgen am nächſten: die Erde, deren Excentricität ſich jetzt vermindert und zwar um 0,00004299 in 100 Jahren, während die kleine Axe ſich vergrößert; Uranus, Jupiter, Saturn, Ceres, Egeria und Mars. Die am meiſten excentriſchen Bahnen ſind die der

Pallas (0,239), Iris (0,232), Victoria
erkur (0,205) und der Hebe (0,202). Die
ind bei einigen Planeten im Wachsen: wie
ars und Jupiter; bei anderen im Abnehmen
, der Erde, Saturn und Uranus. Die nac
e giebt die Excentricitäten der Großen Planet
für das Jahr 1800. Die Excentricitäten
Planeten sollen später nebst anderen Element
für die Mitte des 19ten Jahrhunderts gelie

Merkur	0,2056163
Venus	0,0068618
Erde	0,0167922
Mars	0,0481621
Jupiter	0,0561505
Saturn	0,0466108
Uranus	0,0087194
Neptun	

Bewegung der großen Axe (Apsidenlinie)
retenbahnen, durch welche der Ort der Sonnenn
rihels) verändert wird, ist eine Bewegung, die oh
der Zeit proportional, nach Einer Richtung fortschreit
eine Veränderung in der Position der Apsidenlin
ihren Cyclus erst in mehr als hunderttausend Jahr
det; und wesentlich von den Veränderungen zu unt
n, welche die Gestalt der Bahnen, ihre Ellipsität,
. Es ist die Frage aufgeworfen worden: ob der wachsen
ch dieser Elemente in der Folge von Jahrtausenden
peratur der Erde in Hinsicht auf Quantität und V
ilung nach Tages- und Jahreszeiten beträchtlich modifici
ne? ob in diesen astronomischen, nach ewigen Gese

regelmäßig fortwirkenden Urſachen nicht ein Theil der Löſung des großen geologiſchen Problems der Vergrabung tropiſcher Pflanzen- und Thierformen in der jetzt kalten Zone gefunden werden könne? Dieſelben mathematiſchen Gedankenverbindungen, welche zu den Beſorgniſſen über Poſition der Apſiden, über Form der elliptiſchen Planetenbahnen (je nachdem dieſe ſich der Kreisform oder einer cometenartigen Excentricität nähern), über Neigung der Planeten-Achſen, Veränderung der Schiefe der Ekliptik, Einfluß der Präceſſion auf die Jahres-Länge anregen; gewähren in ihrer höheren analytiſchen Entwickelung auch kosmiſche Motive der Beruhigung. Die großen Axen und die Maſſen ſind conſtant. Periodiſche Wiederkehr hindert ein maaßloſes Anwachſen gewiſſer Perturbationen. Die ſchon an ſich ſo mäßigen Excentricitäten der mächtigſten zwei Planeten, des Jupiter und des Saturn, ſind durch eine gegenſeitige und dazu noch ausgleichende Wirkung wechſelsweiſe im Zu- und Abnehmen begriffen, wie auch in beſtimmte, meiſt enge Grenzen eingeſchloſſen.

Durch die Veränderung der Poſition der Apſidenlinie[43] fällt allmälig der Punkt, in welchem die Erde der Sonne am nächſten iſt, in ganz entgegengeſetzte Jahreszeiten. Wenn gegenwärtig das Perihel in die erſten Tage des Jänners, wie die Sonnenferne (Aphel) ſechs Monate ſpäter, in die erſten Tage des Julius, fällt; ſo kann durch das Fortſchreiten (die Drehung) der Apſidenlinie oder großen Axe der Erdbahn das Maximum des Abſtandes im Winter, das Minimum im Sommer eintreten, ſo daß im Januar die Erde der Sonne um 700000 geographiſche Meilen (d. i. ohngefähr $\frac{1}{30}$ des mittleren Abſtandes der Erde von der Sonne) ferner ſtehen würde als im Sommer. Auf den erſten Anblick möchte man

alſo glauben, daß das Eintreten der Sonnennähe in eine entgegengeſetzte Jahreszeit (ſtatt des Winters, wie jetzt der Fall iſt, in den Sommer) große klimatiſche Veränderungen hervorbringen müſſe; aber in der gemachten Vorausſetzung wird die Sonne nicht mehr ſieben Tage länger in der ſüdlichen Halbkugel verweilen; nicht mehr, wie jetzt, den Theil der Ekliptik vom Herbſt-Aequinoctium bis zum Frühlings-Aequinoctium in einer Zeit durchlaufen, welche um eine Woche kürzer iſt als diejenige, während welcher ſie die andere Hälfte ihrer Bahn, vom Frühlings- zum Herbſt-Aequinoctium, zurücklegt. Der Temperatur-Unterſchied (und wir verweilen hier bloß bei den aſtronomiſchen Klimaten, mit Ausſchluß aller phyſiſchen Betrachtungen über das Verhältniß des Feſten zum Flüſſigen auf der vielgeſtalteten Erdoberfläche), der Temperatur-Unterſchied, welcher die befürchtete Folge der Drehung der Apſidenlinie ſein ſoll, wird meiſt dadurch ganz verſchwinden[44], daß der Punkt, in welchem unſer Planet der Sonne am nächſten ſteht, immer zugleich der iſt, durch den der Planet ſich am ſchnellſten bewegt. Das ſchöne, zuerſt von Lambert[45] aufgeſtellte Theorem, nach dem die Wärmemenge, welche die Erde in jedwedem Theile des Jahres von der Sonne empfängt, dem Winkel proportional iſt, den in derſelben Zeitdauer der Radius vector der Sonne beſchreibt, enthält gewiſſermaßen die beruhigende Auflöſung des oben bezeichneten Problems.

Wie die veränderte Richtung der Apſidenlinie wenig Einfluß auf die Temperatur des Erdkörpers ausüben kann; ſo ſind auch, nach Arago und Poiſſon[46], die Grenzen der wahrſcheinlichen Veränderungen der elliptiſchen Form der Erdbahn ſo eng beſchränkt, daß ſie die Klimate der einzelnen Zonen

r mäßig und dazu in langen Perioden ſehr allmälig modifi-
en würden. Iſt auch die Analyſe, welche dieſe Grenze
nau beſtimmt, noch nicht ganz vollendet, ſo geht aus der-
ben doch wenigſtens ſo viel hervor, daß die Excentricität
: Erde nie in die der Juno, der Pallas und der Victoria
ergehen werde.

10. Lichtſtärke der Sonne auf den Planeten. —
enn man die Lichtſtärke auf der Erde = 1 ſetzt, ſo findet
n für

Merkur	6,656
Venus	1,932
Mars	0,436
Pallas	0,130
Jupiter	0,036
Saturn	0,011
Uranus	0,003
Neptun	0,001

s Folge ſehr großer Excentricität haben Licht-Intenſität:

Merkur	in dem	Perihel	10,58;	im Aphel	4,59
Mars	„	„	0,52;	„ „	0,36
Juno	„	„	0,25;	„ „	0,09

hrend die Erde bei der geringen Excentricität ihrer Bahn
Perihel 1,034; im Aphel 0,967 hat. Wenn das Sonnen-
ıt auf Merkur 7mal intenſiver als auf der Erde iſt, ſo
ıß es auf Uranus 368mal ſchwächer ſein. Der Wärme-
erhältniſſe iſt hier ſchon darum nicht Erwähnung geſchehen,
il ſie, als ein complicirtes Phänomen, von der beſonderen
:ſchaffenheit der Planeten-Atmoſphären, ihrer Höhe, ihrer
:iſtenz oder Nicht-Exiſtenz abhängig ſind. Ich erinnere nur
er an die Vermuthungen von Sir John Herſchel über die

r der Mond-Oberfläche, „welche vielleicht den Siede-
Wassers ansehnlich übertrifft".[47]

b. Nebenplaneten.

allgemeinen vergleichenden Betrachtungen üb[illegible]
enplaneten sind mit einiger Vollständigkeit schon [illegible]
gemälde (Kosmos Bd. I. S. 99—104) gelies[illegible]
. Damals (März 1845) waren nur 11 Haupt- u[illegible]
benplaneten bekannt. Von den Asteroiden, sogenannt[illegible]
opischen oder Kleinen Planeten waren bloß erst vi[illegible]
, Pallas, Juno und Vesta, entdeckt. Gegenwär[illegible]
uft 1851) übertrifft die Zahl der Hauptplaneten [illegible]
kleinen Planeten. Wir kennen von den ersteren 22[illegible],
den letzteren 21. Nach einer 38jährigen Unterbrechung[illegible]
letarischer Entdeckungen, von 1807 bis December 1845,
ann mit der Asträa von Hencke eine lange Folge von 10
ntdeckten Kleinen Planeten. Von diesen hat Hencke zu
iesen zwei (Asträa und Hebe), Hind in London vier (Iris,
lora, Victoria und Irene), Graham zu Markree-Castle einen
Metis) und De Gasparis zu Neapel drei (Hygiea, Parthenope
nd Egeria) zuerst erkannt. Der äußerste aller Großen Pla-
neten, der von Le Verrier in Paris verkündigte, von Galle
zu Berlin aufgefundene Neptun, folgte nach 10 Monaten der
Asträa. Die Entdeckungen häufen sich jetzt mit solcher Schnellig-
keit, daß die Topographie des Sonnengebietes nach Ablauf
weniger Jahre eben so veraltet erscheint als statistische Länder-
beschreibungen.

Von den jetzt bekannten 21 Satelliten gehören: einer der
Erde, 4 dem Jupiter, 8 dem Saturn (der letztentdeckte
[illegible] diesen 8 ist dem Abstand nach der 7te, Hyperion;

zugleich in zwei Welttheilen von Bond und Laſſell entdeckt), 6 dem Uranus (von denen beſonders der zweite und vierte am ſicherſten beſtimmt ſind), 2 dem Neptun.

Die um Hauptplaneten kreiſenden Satelliten ſind untergeordnete Syſteme, in welchen die Hauptplaneten als Centralkörper auftreten, eigene Gebiete von ſehr verſchiedenen Dimenſionen bildend, in denen ſich im kleinen das große Sonnengebiet gleichſam wiederholt. Nach unſeren Kenntniſſen hat das Gebiet des Jupiter im Durchmeſſer 520000, das des Saturn 1050000 geogr. Meilen. Dieſe Analogien zwiſchen den untergeordneten Syſtemen und dem Sonnenſyſteme haben zu Galilei's Zeiten, in denen der Ausdruck einer kleinen Jupiterswelt (Mundus Jovialis) oft gebraucht wurde, viel zur ſchnelleren und allgemeineren Verbreitung des copernicaniſchen Weltſyſtems beigetragen. Sie mahnen an Wiederholung von Form und Stellung, welche das organiſche Naturleben in untergeordneten Sphären ebenfalls oft darbietet.

Die Vertheilung der Satelliten im Sonnengebiete iſt ſo ungleich, daß, wenn im ganzen die mondloſen Hauptplaneten ſich wie 3 zu 5 zu den von Monden begleiteten verhalten, die letzteren alle bis auf einen einzigen, die Erde, zu der äußeren planetariſchen Gruppe, jenſeits des Ringes der mit einander verſchlungenen Aſteroiden, gehören. Der einzige Satellit, welcher ſich in der Gruppe der inneren Planeten zwiſchen der Sonne und den Aſteroiden gebildet hat, der Erdmond, iſt auffallend groß im Verhältniß ſeines Durchmeſſers zu dem ſeines Hauptplaneten. Dieſes Verhältniß iſt $\frac{1}{3,8}$: da doch der größte aller Saturnstrabanten (der 6te, Titan) vielleicht nur $\frac{1}{15,5}$ und der größte der Jupitershrabanten, der 3te, $\frac{1}{25,8}$ des Durchmeſſers ihres Hauptplaneten ſind. Man muß

dieſe Betrachtung einer relativen Größe ſehr von der der abſoluten Größe unterſcheiden. Der, relativ ſo große Erdmond (454 Meilen im Durchm.) iſt abſolut kleiner als alle vier Jupitertrabanten (von 776, 664, 529 und 475 Meilen). Der 6te Saturnstrabant iſt ſehr wenig von der Größe des Mars (892 Meilen) verſchieden.[48] Wenn das Problem der teleſcopiſchen Sichtbarkeit von dem Durchmeſſer allein abhinge, und nicht gleichzeitig durch die Nähe der Scheibe des Hauptplaneten, durch die große Entfernung und die Beſchaffenheit der lichtreflectirenden Oberfläche bedingt wäre, ſo würde man für die kleinſten der Nebenplaneten den 1ten und 2ten der Saturnstrabanten (Mimas und Enceladus) und die beiden mehrfach geſehenen Uranustrabanten zu halten haben; vorſichtiger iſt es aber ſie bloß als die kleinſten Lichtpunkte zu bezeichnen. Gewiſſer ſcheint es bis jetzt, daß unter den Kleinen Planeten überhaupt die kleinſten aller planetariſchen Weltkörper (Haupt- und Nebenplaneten) zu ſuchen ſind.[49]

Die Dichtigkeit der Satelliten iſt keinesweges immer geringer als die ihres Hauptplaneten, wie dies der Fall iſt beim Erdmonde (deſſen Dichtigkeit nur 0,619 von der unſerer Erde iſt) und bei dem 4ten Jupitertrabanten. Der dichteſte dieſer Trabantengruppe, der 2te, iſt auch dichter als Jupiter ſelbſt, während der 4te und größte gleiche Dichtigkeit mit dem Hauptplaneten zu haben ſcheint. Auch die Maſſen nehmen gar nicht mit dem Abſtande zu. Sind die Planeten aus kreiſenden Ringen entſtanden; ſo müſſen eigene, uns vielleicht ewig unbekannt bleibende Urſachen größere und kleinere, dichtere oder undichtere Anhäufungen um einen Kern veranlaßt haben.

Die Bahnen der Nebenplaneten, die zu einer Gruppe gehören, haben ſehr verſchiedene Excentricitäten. Im Jupiters-

Syſteme ſind die Bahnen der Trabanten 1 und 2 faſt kreisförmig, während die Excentricitäten der Trabanten 3 und 4 auf 0,0013 und 0,0072 ſteigen. Im Saturns-Syſteme iſt die Bahn des dem Hauptplaneten nächſten Trabanten (Mimas) ſchon beträchtlich excentriſcher als die Bahnen von Enceladus und des von Beſſel ſo genau beſtimmten Titan, welcher zuerſt entdeckt wurde und der größte iſt. Die Excentricität dieſes 6ten Trabanten des Saturn iſt nur 0,02922. Nach allen dieſen Angaben, die zu den ſichreren gehören, iſt Mimas allein mehr excentriſch als der Erdmond (0,05484); letzterer hat die Eigenheit, daß ſeine Bahn um die Erde unter allen Satelliten die ſtärkſte Excentricität im Vergleich mit der des Hauptplaneten zeigt. Mimas (0,068) kreiſt um Saturn (0,056), aber unſer Mond (0,054) um die Erde, deren Excentricität nur 0,016 iſt. Ueber die Abſtände der Trabanten von den Hauptplaneten vergl. Kosmos Bd. I. S. 102. Die Entfernung des dem Saturn nächſten Trabanten (Mimas) wird gegenwärtig nicht mehr zu 20022 geogr. Meilen, ſondern zu 25600 angeſchlagen: woraus ſich ein Abſtand von dem Ringe des Saturn, dieſen zu 6047 Meilen Breite und den Abſtand des Ringes von der Oberfläche des Planeten zu 4594 Meilen gerechnet, von etwas über 7000 Meilen ergiebt.[50] Auch in der Lage der Satelliten-Bahnen zeigen ſich merkwürdige Anomalien neben einer gewiſſen Uebereinſtimmung in dem Syſteme des Jupiter, deſſen Satelliten ſich ſehr nahe alle in der Ebene des Aequators des Hauptplaneten bewegen. In der Gruppe der Saturnstrabanten kreiſen 7 meiſt in der Ebene des Ringes, während der äußerſte 8te, Japetus, 12° 14′ gegen die Ring-Ebene geneigt iſt.

In dieſen allgemeinen Betrachtungen über die Planetenkreiſe im Weltall ſind wir von dem höheren, wahrſcheinlich nicht

höchſten[51], Syſteme, von dem der Sonne, zu den untergeordneten Partial-Syſtemen des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun herabgeſtiegen. Wie dem denkenden und zugleich phantaſirenden Menſchen ein Streben nach Verallgemeinerung der Anſichten angeboren iſt, wie ihm ein unbefriedigtes kosmiſches Ahnden in der translatoriſchen Bewegung[52] unſres Sonnenſyſtemes durch den Weltraum die Idee einer höheren Beziehung und Unterordnung darzubieten ſcheint; ſo iſt auch der Möglichkeit gedacht worden, daß die Trabanten des Jupiter wieder Centralkörper für andere ſecundäre, wegen ihrer Kleinheit nicht geſehene Weltkörper ſein könnten. Dann wären den einzelnen Gliedern der Partial-Syſteme, deren Hauptſitz die Gruppe der äußeren Hauptplaneten iſt, andere, ähnliche Partial-Syſteme untergeordnet. Formwiederholungen in wiederkehrender Gliederung gefallen allerdings, auch als ſelbſtgeſchaffene Gebilde, dem ordnenden Geiſte; aber jeder ernſteren Forſchung bleibt es geboten den idealen Kosmos nicht mit dem wirklichen, das Mögliche nicht mit dem durch ſichere Beobachtung Ergründeten zu vermengen.

Anmerkungen.

[1] (S. 420.) Kosmos Bd. I. S. 207 und 442 Anm. 49.

[2] (S. 421.) Gesenius in der Hallischen Litteraturzeitung 1822 No. 101 und 102 (Ergänzungsbl. S. 801—812). Den Chaldäern waren Sonne und Mond die 2 Hauptgottheiten, 5 Planeten standen nur Genien vor.

[3] (S. 421.) Plato im Tim. p. 38 Steph.

[4] (S. 422.) Böckh de Platonico systemate coelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae p. XVII und derselbe im Philolaos 1819 S. 99.

[5] (S. 422.) Jul. Firmicus Maternus, Astron. libri VIII (ed. Pruckner, Basil. 1551) lib. II cap. 4; aus der Zeit Constantins des Großen.

[6] (S. 422.) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 42—49. Ich habe schon damals, S. 2, auf die Analogien des Thierkreises von Bianchini mit dem von Dendera aufmerksam gemacht. Vergl. Letronne, Observations critiques sur les représentations zodiacales S. 7 und Lepsius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 80.

[7] (S. 422.) Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 29; Lepsius a. a. O. S. 83. Letronne bestreitet schon aus der Zahl 7 den alt-chaldäischen Ursprung der Planetenlehre.

[8] (S. 422.) Vitruv de Archit. IX, 4 (ed. Rode 1800 S. 209). Weder Vitruvius noch Martianus Capella geben die Egypter als Urheber eines Systems an, nach welchem Merkur und Venus Satelliten der planetarischen Sonne sind. Bei dem Ersteren heißt es: »Mercurii autem et Veneris stellae circum Solis radios, non ipsum, uti centrum, itineribus coronantes, regressus recessum et retardationes facinut.«

[9] (S. 422.) Martianus Mineus Felix Capella de nuptiis hilos. et Mercurii lib. VIII, ed. Grotii 1599 p. 289: »Nam enus Mercuriusque licet ortus occasusque quotidianos osten- ant, tamen eorum circuli Terras omnino non ambiunt, sed circa olem laxiore ambitu circulantur. Denique circulorum suorum entron in Sole constituunt, ita ut supra ipsum aliquando....« a dieſe Stelle überſchrieben iſt: Quod Tellus non sit centrum mnibus planetis, ſo konnte ſie freilich, wie Gaſſendi behauptet, influß auf die erſten Anſichten des Copernicus ausüben, mehr ls die dem großen Geometer Apollonius von Perga zu- eſchriebenen Stellen. Doch ſagt Copernicus auch nur: »minime con- emnendum arbitror, quod Martianus Capella scripsit, existimans uod Venus et Mercurius circumerrant Solem in medio existen- em.« Vergl. Kosmos Bd. II. S. 350 und 503 Anm. 34.

[10] (S. 422.) Henri Martin in ſeinem Commentar zum Ti- äus (Études sur le Timée de Platon T. II. p. 129–133) heint mir ſehr glücklich die Stelle des Macrobius über die ratio haldaeorum, welche den vortrefflichen Ideler (in Wolff's nd Buttmann's Muſeum der Alterthums-Wiſſen- chaft Bd. II. S. 443 und in ſeiner Abhandlung über Eudorus . 48) irre geführt, erläutert zu haben. Macrobius (in Somn. cipionis lib. I cap. 19, lib. II cap. 3, ed. 1694 pag. 64 und 0) weiß nichts von dem Syſteme des Vitruvius und Martianus apella, nach welchem Merkur und Venus Trabanten der Sonne nd, die ſich aber ſelbſt wie die anderen Planeten um die feſt in entrum ſtehende Erde bewegt. Er zählt bloß die Unterſchiede a[illegible] der Reihenfolge der Bahnen von Sonne, Venus, Merkur u[illegible] Mond nach den Annahmen des Cicero. »Ciceroni«, ſagt er, »Arch[illegible] iedes et Chaldaeorum ratio consentit, Plato Aegyptios secu[illegible] st.« Wenn Cicero in der beredten Schilderung des ganzen Pl[illegible] etenſyſtems (Somn. Scip. cap. 4) ausruft: »hunc (Solem) ut co[illegible] ilites consequuntur Veneris alter, alter Mercurii cursus«; [illegible] eutet er nur auf die Nähe der Kreiſe der Sonne und jener nteren Planeten, nachdem er vorher die 3 cursus des Satur[illegible] upiter und Mars aufgezählt hatte: alle kreiſend um die un[illegible] egliche Erde. Die Kreisbahn eines Nebenplaneten kann nicht [illegible] reisbahn eines Hauptplaneten umſchließen, und doch ſagt M[illegible] robius beſtimmt: »Aegyptiorum ratio talis est: circulus, [illegible]

quem Sol discurrit, a Mercurii circulo ut inferior ambitur, illum quoque superior circulus Veneris includit.« Es ſind alles ſich parallel bleibende, einander gegenſeitig umfangende Bahnen.

[11] (S. 423.) Lepſius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 207.

[12] (S. 423.) Der bei Vettius Valens und Cedrenus verſtümmelte Name des Planeten Mars ſoll mit Wahrſcheinlichkeit dem Namen Her-tosch entſprechen, wie Seb dem Saturn. A. a. O. S. 90 und 93.

[13] (S. 423.) Die auffallendſten Unterſchiede finden ſich, wenn man vergleicht Ariſtot. Metaph. XII cap. 8 pag. 1073 Bekker mit Pſeudo-Ariſtot. de Mundo cap. 2 pag. 392. In dem letzteren Werke erſcheinen ſchon die Planetennamen Phaethon, Pyroïs, Hercules, Stilbon und Juno: was auf die Zeiten des Apulejus und der Antonine hindeutet, wo chaldäiſche Aſtrologie bereits über das ganze römiſche Reich verbreitet war und Benennungen verſchiedener Völker mit einander gemengt waren (vergl. Kosmos Bd. II. S. 15 und 106 Anm. 18). Daß die Chaldäer zuerſt die Planeten nach ihren babyloniſchen Göttern genannt haben und daß dieſe göttlichen Planetennamen ſo zu den Griechen übergegangen ſind, ſpricht beſtimmt aus Diodor von Sicilien. Ideler (Eudoxus S. 48) ſchreibt dagegen dieſe Benennungen den Aegyptern zu, und gründet ſich auf die alte Exiſtenz einer ſiebentägigen Planetenwoche am Nil (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 180): eine Hypotheſe, die Lepſius vollkommen widerlegt hat (Chronol. der Aeg. Th. I. S. 131). Ich will hier aus dem Eratoſthenes, aus dem Verfaſſer der Epinomis (Philippus Opuntius?), aus Geminus, Plinius, Theon dem Smyrnäer, Cleomedes, Achilles Tatius, Julius Firmicus und Simplicius die Synonymie der fünf älteſten Planeten zuſammentragen, wie ſie uns hauptſächlich durch Vorliebe zu aſtrologiſchen Träumereien erhalten worden ſind:

Saturn: φαίνων, Nemeſis, auch eine Sonne genannt von 5 Autoren (Theon Smyrn. p. 87 und 165 Martin);
Jupiter: φαέθων, Oſiris;
Mars: πυρόεις, Hercules;
Venus: ἑωσφόρος, φωσφόρος, Lucifer; ἕσπερος, Veſper; Juno, Iſis;
Merkur: στίλβων, Apollo.

Achilles Tatius (Isag. in Phaen. Arati cap. 17) findet es befremdend, daß „Aegypter wie Griechen den lichtſchwächſten der

wohl nur weil er Heil bringt) den Glänzenden nennen."
vor bezieht ſich der Name darauf, „daß Saturn der die
n meiſten und klarſten verkündigende Planet war". (Le-
ir l'origine du Zodiaque grec p. 33 und im Jour-
Savants 1836 p. 17; vergl. auch Carteron, Analyse
rches zodiacales p. 97.) Benennungen, die von einem
anderen als Aequivalente übergehen, hangen allerdings
rſprunge nach von nicht zu ergründenden Zufälligkeiten ab
r wohl zu bemerken, daß ſprachlich φαίνειν ein bloße
alſo ein matteres Leuchten mit continuirlichem, gleich
ichte, ausdrückt, während στίλβειν ein unterbrochenes,
länzendes, funkelnderes Licht vorausſetzt. Die be-
n Benennungen: φαίνων für den entfernteren Saturn,
r den uns näheren Planeten Merkur, ſcheinen um ſo
als ich ſchon früher (Kosmos Bd. III. S. 84) daran
ıbe, wie bei Tage im großen Refractor von Fraunhofer
ıd Jupiter lichtſchwach erſcheinen in Vergleich mit dem
Merkur. Es iſt daher, wie Prof. Franz bemerkt, eine
hmenden Glanzes angedeutet von Saturn (φαίνων) bis
, dem leuchtenden Lenker des Lichtwagens (φαέθων), bis
glühenden Mars (πυρόεις), bis zu der Venus (φωσφόρος)
Merkur (στίλβων).

nir bekannte indiſche Benennung des langſam Wan-
('sanaistschara) für Saturn hat mich veranlaßt mei-
nten Freund Bopp zu befragen, ob überhaupt auch in
en Planetennamen, wie bei den Griechen und wahrſchein-
ıldäern, zwiſchen Götternamen und beſchreibenden
ınterſcheiden ſei. Ich theile hier mit, was ich dieſem großen
her verdanke, laſſe aber die Planeten nach ihren wirk-
inden von der Sonne wie in der obigen Tabelle (begin-
ıößten Abſtande) folgen, nicht wie ſie im Amarakoſch
rooke p. 17 und 18) gereiht ſind. Es giebt nach Sanskrit
in der That unter 5 Namen 3 beſchreibende: Satur
) Venus.

turn: 'sanaistschara, von 'sanais, langſam, und tschar
; auch 'sauri, eine Benennung des Wiſchnu (herſta
ıls Patronymicum von 'sûra, Großvater des Kriſchu
ani. Der Planetenname 'sani-vâra für dies Satu

ist wurzelhaft verwandt mit dem Adverbium 'sanais, langsam. Die Benennungen der Wochentage nach Planeten scheint aber Amarasinha nicht zu kennen. Sie sind wohl späterer Einführung."

„Jupiter: Vrihaspati; oder nach älterer, vedischer Schreibart, der Lassen folgt, Brihaspatí: Herr des Wachsens; eine vedische Gottheit: von vrih (brih), wachsen, und pati, Herr."

„Mars: angaraka (von angara, brennende Kohle); auch lohitánga, der Rothkörper: von lôhita, roth, und anga, Körper."

„Venus: ein männlicher Planet, der 'sukra heißt, d. i. der glänzende. Eine andere Benennung dieses Planeten ist daitya-guru: Lehrer, guru, der Titanen, Daityas."

„Merkur: Budha, nicht zu verwechseln als Planetenname mit dem Religionsstifter Buddha; auch Rauhinêya, Sohn der Nymphe Rohini, Gemahlinn des Mondes (soma), weshalb der Planet bisweilen saumya heißt, ein Patronymicum vom Sanskritworte Mond. Die sprachliche Wurzel von budha, dem Planetennamen, und buddha, dem Heiligen, ist budh, wissen. Daß Wuotan (Wotan, Odin) im Zusammenhang mit Budha stehe, ist mir unwahrscheinlich. Die Vermuthung gründet sich wohl hauptsächlich auf die äußerliche Formähnlichkeit und auf die Uebereinstimmung der Benennung des Wochentages, dies Mercurii, mit dem altsächsischen Wôdanes dag und dem indischen Budha-vâra, d. i. Budha's Tag. Vâra bedeutet ursprünglich Mal, z. B. in bahuvârân, vielmal; später kommt es am Ende eines Compositums in der Bedeutung Tag vor. Den germanischen Wuotan leitet Jacob Grimm (Deutsche Mythologie S. 120) von dem Verbum watan, vuot (unserm waten) ab, welches bedeutet: meare, transmeare, cum impetu ferri, und buchstäblich dem lateinischen vadere entspreche. Wuotan, Odinn ist nach Jacob Grimm das allmächtige, alldurchdringende Wesen: qui omnia permeat, wie Lucan vom Jupiter sagt." Vergl. über den indischen Namen des Wochentages, über Budha und Buddha und die Wochentage überhaupt die Bemerkungen meines Bruders in seiner Schrift: Ueber die Verbindungen zwischen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. I. S. 187—190).

[14] (S. 424.) Vergl. Letronne sur l'amulette de Jules César et les Signes planétaires in der Revue archéo-

ogique Année III. 1846 p. 261. Salmaſius ſah in dem älte-
en Planetenzeichen des Jupiter den Anfangsbuchſtaben von
εύς, in dem des Mars eine Abkürzung des Beinamens Φαίθων.
Die Sonnenſcheibe wurde als Zeichen durch einen ſchief und trian-
ular ausſtrömenden Strahlenbündel faſt unkenntlich gemacht. Da
ie Erde, das philolaiſch-pythagoriſche Syſtem etwa abgerechnet,
icht den Planeten beigezählt wurde, ſo hält Letronne das Plane-
nzeichen der Erde „für ſpäter als Copernicus in Gebrauch ge-
ommen". — Die merkwürdige Stelle des Olympiodorus über die
Beihung der Metalle an einzelne Planeten iſt dem Proclus ent-
hut und von Böckh aufgefunden worden (ſie ſteht nach der Ba-
ler Ausgabe p. 14, in der von Schneider p. 30). Vergl. für
lympiodorus: Ariſtot. Meteor. ed. Ideler T. II. p. 163. Auch
as Scholion zum Pindar (Isthm.), in welchem die Metalle mit
en Planeten verglichen werden, gehört der neu-platoniſchen Schule
n; Lobeck, Aglaophamus in Orph. T. II. p. 936. Plane-
enzeichen ſind nach derſelben Verwandtſchaft der Ideen nach
nd nach Metallzeichen, ja einzeln (wie Mercurius für Que
lber, argentum vivum und hydrargyrus des Plinius) Metal
amen geworden. In der koſtbaren griechiſchen Manuſcripte
ammlung der Pariſer Bibliothek befinden ſich über die kabal
iſche ſogenannte heilige Kunſt zwei Handſchriften, deren ein
No. 2250), ohne Planetenzeichen, die den Planeten geweihte
Metalle aufführt; die andere aber (No. 2329), der Schrift nac
us dem 15ten Jahrhundert, (eine Art chemiſches Wörterbuch
lamen der Metalle mit einer geringen Anzahl von Planetenzeichen
rbindet (Höfer, Histoire de la Chimie T. I. p. 250). Jn
er Pariſer Handſchrift No. 2250 wird das Queckſilber dem
Merkur, das Silber dem Monde zugeſchrieben: wenn umgekehrt
i No. 2329 dem Monde das Queckſilber und dem Jupiter
as Zinn angehört. Letzteres Metall hat Olympiodorus dem Mer
ur beigelegt. So ſchwankend waren die myſtiſchen Beziehungen de
Zeltkörper zu den Metallkräften.

Es iſt hier der Ort auch der Planetenſtunden und d
lanetentage in der kleinen ſiebentägigen Periode (Woch
i erwähnen, über deren Alter und Verbreitung unter fer
Völker erſt in der neueſten Zeit richtigere Anſichten aufgeſte
orden ſind. Die Aegypter haben urſprünglich, wie Lepſi

(Chronologie der Aeg. S. 132) erwieſen und Denkmäler bezeugen, welche bis in die älteſten Zeiten der großen Pyramidenbaue hinaufreichen, keine ſiebentägige, ſondern zehntägige, der Woche ähnliche, kleine Perioden gehabt. Drei ſolcher Decaden bildeten einen der 12 Monate des Sonnenjahres. Wenn wir bei Dio Caſſius (lib. XXXVII cap. 18) leſen: „daß der Gebrauch die Tage nach den ſieben Planeten zu benennen zuerſt bei den Aegyptern aufgekommen ſei, und ſich vor nicht gar langer Zeit von ihnen zu allen übrigen Völkern verbreitet habe, namentlich zu den Römern, bei denen er nun ſchon ganz einheimiſch ſei"; ſo muß man nicht vergeſſen, daß dieſer Schriftſteller in der ſpäten Zeit des Alexander Severus lebte, und es ſeit dem erſten Einbruche der orientaliſchen Aſtrologie unter den Cäſaren und bei dem frühen großen Verkehr ſo vieler Volksſtämme in Alexandrien die Sitte des Abendlandes wurde, alles alt ſcheinende ägyptiſch zu nennen. Am urſprünglichſten und verbreitetſten iſt ohne Zweifel die ſiebentägige Woche bei den ſemitiſchen Völkern geweſen: nicht bloß bei den Hebräern, ſondern ſelbſt unter den arabiſchen Nomaden lange vor Mohammed. Ich habe einem gelehrten Forſcher des ſemitiſchen Alterthums, dem orientaliſchen Reiſenden, Prof. Tiſchendorf zu Leipzig, die Fragen vorgelegt: ob in den Schriften des Alten Bundes ſich außer dem Sabbath Namen für die einzelnen Wochentage (andere als der 2te und 3te Tag des schebua) finden? ob nicht irgendwo im Neuen Teſtamente zu einer Zeit, wo fremde Bewohner von Paläſtina gewiß ſchon planetariſche Aſtrologie trieben, eine Planeten-Benennung für einen Tag der 7tägigen Periode vorkomme? Die Antwort war: „Es fehlen nicht nur im Alten und Neuen Teſtamente alle Spuren für Wochentags-Benennung nach Planeten, ſie fehlen auch in Miſchna und Talmud. Man ſagte auch nicht: der 2te oder 3te Tag des schebua, und zählte gewöhnlich die Tage des Monats; nannte auch den Tag vor dem Sabbath den 6ten Tag, ohne weiteren Zuſatz. Das Wort Sabbath wurde auch geradezu auf die Woche übertragen (Ideler, Handb. der Chronol. Bd. I. S. 480); daher auch im Talmud für die einzelnen Wochentage: erſter, zweiter, dritter des Sabbaths ſteht. Das Wort ἑβδομάς für schebua hat das N. T. nicht. Der Talmud, der freilich vom 2ten bis in das 5te Jahrhundert ſeiner Redaction nach reicht, hat beſchreibende

bräische Namen für einzelne Planeten, für die glänzende
nus und den rothen Mars. Darunter ist besonders merk-
irdig der Name Sabbatai (eigentlich Sabbath-Stern) für
aturn: wie unter den pharisäischen Sternnamen, welche
iphanius aufzählt, für den Planeten Saturn der Name Ho-
ab Sabbath gebraucht wird. Ist dies nicht von Einfluß darauf
esen, daß der Sabbathtag zum Saturntage wurde, Saturni
ra dies des Tibull (Eleg. I, 3, 18)? Eine andere Stelle, des
citus (Hist. V, 4), erweitert den Kreis dieser Beziehungen
f Saturn als Planet und als eine traditionell-historische Person."
rgl. auch Fürst, Kultur- und Litteraturgeschichte der
den in Asien, 1849 S. 40.

Die verschiedenen Lichtgestalten des Mondes haben gewiß früher
Aufmerksamkeit von Jäger- und Hirtenvölkern auf sich gezogen
astrologische Phantasien. Es ist daher wohl mit Ideler an-
ehmen, daß die Woche aus der Länge synodischer Monate
standen ist, deren vierter Theil im Mittel $7^3/_8$ Tage beträgt;
dagegen Beziehungen auf die Planetenreihen (die Folge ihrer
stände von einander) sammt den Planetenstunden und -Tagen
er ganz andern Periode fortgeschrittener, theoretisirender Cultur
zehören.

Ueber die Benennung der einzelnen Wochentage nach Pla-
ten und über die Reihung und Folge der Planeten:

Saturn,
Jupiter,
Mars,
Sonne,
Venus,
Merkur und
Mond,

h dem ältesten und am meisten verbreiteten Glauben (Gemi-
s, Elem. Astr. p. 4; Cicero, Somn. Scip. cap. 4; Fir-
cus II, 4) zwischen der Fixstern-Sphäre und der fest stehenden
de, als Centralkörper, sind drei Meinungen aufgestellt worden:
e entnommen aus musikalischen Intervallen; eine andere
der astrologischen Benennung der Planetenstunden;
e dritte aus der Vertheilung von je drei Decanen, oder drei
neten, welche die Herren (domini) dieser Decane sind, unter

die 12 Zeichen des Thierkreiſes. Die beiden erſten Hypotheſen finden ſich in der merkwürdigen Stelle des Dio Caſſius, in welcher er erläutern will (lib. XXXVII cap. 17), warum die Juden den Tag des Saturn (unſeren Sonnabend) nach ihrem Geſetze feiern. „Wenn man", ſagt er, „das muſikaliſche Intervall, welches διὰ τεσσάρων, die Quarte, genannt wird, auf die 7 Planeten nach ihren Umlaufszeiten anwendet, und dem Saturn, dem äußerſten von allen, die erſte Stelle anweiſt; ſo trifft man zunächſt auf den vierten (die Sonne), dann auf den ſiebenten (den Mond), und erhält ſo die Planeten in der Ordnung, wie ſie als Namen der Wochentage auf einander folgen." (Den Commentar zu dieſer Stelle liefert Vincent, sur les Manuscrits grecs relatifs à la Musique 1847 p. 138; vergl. auch Lobeck, Aglaophamus, in Orph. p. 941—946.) Die zweite Erklärung des Dio Caſſius iſt von der periodiſchen Reihe der Planetenſtunden hergenommen. „Wenn man", ſetzt er hinzu, „die Stunden des Tages und der Nacht von der erſten (Tagesſtunde) zu zählen beginnt; dieſe dem Saturn, die folgende dem Jupiter, die dritte dem Mars, die vierte der Sonne, die fünfte der Venus, die ſechste dem Merkur, die ſiebente dem Monde beilegt, nach der Ordnung, welche die Aegypter den Planeten anweiſen, und immer wieder von vorn anfängt: ſo wird man, wenn man alle 24 Stunden durchgegangen iſt, finden, daß die erſte des folgenden Tages auf die Sonne, die erſte des dritten auf den Mond, kurz die erſte eines jeden Tages auf den Planeten trifft, nach welchem der Tag benannt wird." Eben ſo nennt Paulus Alexandrinus, ein aſtronomiſcher Mathematiker des vierten Jahrhunderts, den Regenten jedes Wochentages denjenigen Planeten, deſſen Name auf die erſte Tagesſtunde fällt.

Dieſe Erklärungsweiſe von den Benennungen der Wochentage iſt bisher ſehr allgemein für die richtigere angeſehen worden; aber Letronne, geſtützt auf den im Louvre aufbewahrten, lange vernachläſſigten Thierkreis des Bianchini, auf welchen ich ſelbſt im Jahr 1812 die Archäologen wegen der merkwürdigen Verbindung eines griechiſchen und kirgiſiſch-tartariſchen Thierkreiſes wiederum aufmerkſam gemacht habe, hält eine dritte Erklärungsart, die Vertheilung von je drei Planeten auf ein Zeichen des Thierkreiſes, für die entſprechendſte (Letronne, Observ. crit. et

éol. sur l'objet des représentations zodiacales p. 97—99). Dieſe Planeten-Vertheilung unter die 36 Decane der Dodekatomerie iſt ganz die, welche Julius Firmicus rnus (II, 4) als »Signorum decani eorumque dominii« beobt. Wenn man in jedem Zeichen den Planeten ſondert, welder erſte der drei iſt, ſo erhält man die Folge der Planetenin der Woche. (**Jungfrau**: Sonne, Venus, Merkur; je: Mond, Saturn, Jupiter; **Scorpion**: Mars, Sonne, s; **Schütze**: Merkur .... können hier als Beiſpiel dienen ie 4 erſten Wochentage: Dies *Solis*, *Lunae*, *Martis*, *Mer-*.) Da nach Diodor die Chaldäer urſprünglich nur 5 Planedie ſternartigen), nicht 7 zählten, ſo ſcheinen alle hier aufge-e Combinationen, in denen mehr als 5 Planeten periodiſche n bilden, wohl nicht eines alt-chaldäiſchen, ſondern vielmehr ſpäten aſtrologiſchen Urſprungs zu ſein (Letronne sur igine du Zodiaque grec 1840 p. 29).

Ueber die Concordanz der Reihung der Planeten als Wochenmit ihrer Reihung und Vertheilung unter die Décane in Thierkreis von Bianchini wird es vielleicht einigen Leſern mmen ſein hier noch eine ganz kurze Erläuterung zu finden. n man in der im Alterthum geltenden Planeten-Ordnung Weltkörper einen Buchſtaben giebt (Saturn a, Jupiter b, s c, Sonne d, Venus e, Merkur f, Mond g), und dieſen 7 Gliedern die periodiſche Reihe

abcdefg, abcd....

t; ſo erhält man 1) durch Ueberſpringung von zwei Gliedern, er Vertheilung unter die Decane, deren jeder 3 Planeten ßt (von welchen der erſte jeglichen Zeichens im Thierkreiſe Wochentage ſeinen Namen giebt), die neue periodiſche Reihe

adgcfbe, adgc.....

iſt: Dies Saturni, Solis, Lunae, Martis u. ſ. f.; 2) dieſelbe Reihe

adgc....

die von Dio Caſſius angegebene Methode der 24 Planetenden, nach welcher die auf einander folgenden Wochentage Namen von dem Planeten entlehnen, welcher die erſte Tunde beherrſcht: ſo daß man alſo abwechſelnd ein Glied der diſchen, 7gliedrigen Planetenreihe zu nehmen und 23 Gliede

zu überſpringen hat. Nun iſt es bei einer periodiſchen Reihe gleichgültig, ob man eine gewiſſe Anzahl von Gliedern, oder dieſe Anzahl um irgend ein Multiplum der Gliederzahl der Periode (hier 7) vermehrt, überſpringt. Ein Ueberſpringen von 23 (= 3 . 7 + 2) Gliedern in der zweiten Methode, der der Planetenſtunden, führt alſo zu demſelben Reſultate als die erſte Methode der Decane, in welcher nur zwei Glieder überſprungen wurden.

Es iſt ſchon oben (Anm. 13) auf die merkwürdige Aehnlichkeit zwiſchen dem vierten Wochentage, dies Mercurii, dem indiſchen Budha-vàra und dem altſächſiſchen Wodànes-dag (Jacob Grimm, Deutſche Mythologie 1844 Bd. I. S. 114) hingewieſen worden. Die von William Jones behauptete Identität des Religionsſtifters Buddha und des in nordiſchen Heldenſagen wie in der nordiſchen Culturgeſchichte berühmten Geſchlechts von Odin oder Wuotan und Wotan wird vielleicht noch mehr an Intereſſe gewinnen, wenn man ſich des Namens Wotan, einer halb mythiſchen, halb hiſtoriſchen Perſon, in einem Theil des Neuen Continents erinnert, über die ich viele Notizen in meinem Werke über Monumente und Mythen der Eingebornen von Amerika (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. I. p. 208 und 382—384, T. II. p. 356) zuſammengetragen habe. Dieſer amerikaniſche Wotan iſt nach den Traditionen der Eingeborenen von Chiapa und Soconusco Enkel des Mannes, welcher bei der großen Ueberſchwemmung ſich in einem Nachen rettete und das Menſchengeſchlecht erneuerte; er ließ große Bauwerke aufführen, während welcher (wie bei der mexicaniſchen Pyramide von Cholula) Sprachenverwirrung, Kampf und Zerſtreuung der Volksſtämme erfolgten. Sein Name ging auch (wie der Odins-Name im germaniſchen Norden) in das Calenderweſen der Eingeborenen von Chiapa über. Nach ihm wurde eine der fünftägigen Perioden genannt, deren 4 den Monat der Chiapaneken wie der Azteken bildeten. Während bei den Azteken die Namen und Zeichen der Tage von Thieren und Pflanzen hergenommen waren, bezeichneten die Eingeborenen von Chiapa (eigentlich Teochiapan) die Monatstage durch die Namen von 20 Anführern, welche, aus dem Norden kommend, ſie ſo weit ſüdlich geführt hatten. Die 4 heldenmüthigſten: Wotan oder Wodan, Lambat, Been und Chinar, eröffneten die kleinen Perioden fünftägiger Wochen, wie bei den Azteken die Symbole

der vier Elemente. Wotan und die anderen Heerführer waren unstreitig aus dem Stamme der im siebenten Jahrhunderte einbrechenden Tolteken. Irtlilxochitl (sein christlicher Name war Fernando de Alva), der erste Geschichtsschreiber seines (des aztekischen) Volkes, sagt bestimmt in den Handschriften, die er schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts anfertigte, daß die Provinz Teochiapan und ganz Guatemala von einer Küste zur anderen von Tolteken bevölkert wurden; ja im Anfang der spanischen Eroberung lebte noch im Dorfe Teopixca eine Familie, welche sich rühmte von Wotan abzustammen. Der Bischof von Chiapa, Francisco Nuñez de la Vega, der in Guatemala einem Provincial-Concilium vorstand, hat in seinem Preambulo de las Constituciones diocesanas viel über die amerikanische Wotans-Sage gesammelt. Ob die Sage von dem ersten scandinavischen Odin (Odinn, Othinus) oder Wuotan, welcher von den Ufern des Don eingewandert sein soll, eine historische Grundlage habe, ist ebenfalls noch sehr unentschieden (Jacob Grimm, Deutsche Mythologie Bd. I. S. 120—150). Die Identität des amerikanischen und scandinavischen Wotan, freilich nicht auf bloße Klangähnlichkeit gegründet, ist noch eben so zweifelhaft als die Identität von Wuotan (Odinn) und Buddha oder die der Namen des indischen Religionsstifters und des Planeten Budha.

Die Existenz einer siebentägigen peruanischen Woche, welche so oft als eine semitische Aehnlichkeit der Zeiteintheilung in beiden Continenten angeführt wird, beruht, wie schon der Pater Acosta (Hist. natural y moral de las Indias 1591 lib. VI cap. 3), der bald nach der spanischen Eroberung Peru besuchte, bewiesen hat, auf einem bloßen Irrthum; und der Inca Garcilaso de la Vega berichtigt selbst seine frühere Angabe (Parte I. lib. II cap. 35), indem er deutlich sagt: daß in jedem der Monate, die nach dem Monde gerechnet wurden, 3 Festtage waren, und daß das Volk 8 Tage arbeiten solle, um am 9ten auszuruhen (P. I. lib. VI cap. 23). Die sogenannten peruanischen Wochen waren also von 9 Tagen. (S. meine Vues des Cordillères T. I. p. 341—343.)

[15] (S. 425.) Böckh über Philolaos S. 102 und 117.

[16] (S. 426.) In der Geschichte der Entdeckungen muß man die Epoche, in der eine Entdeckung gemacht wurde, von der ersten

Veröffentlichung derſelben unterſcheiden. Durch Nichtachtung dieſes Unterſchiedes ſind verſchiedene und irrige Zahlen in aſtronomiſche Handbücher übergegangen. So z. B. hat Huygens den 6ten Saturnstrabanten, Titan, am 25 März 1655 entdeckt (Hugenii Opera varia 1724 p. 523) und die Entdeckung erſt am 5 März 1656 (Systema Saturnium 1659 p. 2) veröffentlicht. Huygens, welcher ſeit dem Monat März 1655 ſich ununterbrochen mit dem Saturn beſchäftigte, genoß ſchon der vollen unzweifelhaften Anſicht des offenen Ringes am 17 December 1657 (Syst. Sat. p. 21), publicirte aber ſeine wiſſenſchaftliche Erklärung aller Erſcheinungen (Galilei hatte an jeder Seite des Planeten nur zwei abſtehende, kreisrunde Scheiben zu ſehen geglaubt) erſt im Jahr 1659.

[17] (S. 427.) Kosmos Bd. I. S. 95. Vergl. auch Encke in Schumacher's Aſtr. Nachr. Bd. XXVI. 1848 No. 622 S. 347.

[18] (S. 437.) Böckh de Platonico syst. p. XXIV und im Philolaos S. 100. Die Planetenfolge, welche, wie wir eben geſehen (Anm. 14), zu der Benennung der Wochentage nach Planeten-Göttern Anlaß gegeben hat, die des Geminus, wird beſtimmt von Ptolemäus (Almag. XI cap. 1) die älteſte genannt. Er tadelt die Motive, nach denen „die Neueren Venus und Merkur jenſeit der Sonne geſetzt haben".

[19] (S. 437.) Die Pythagoreer behaupteten, um die Wirklichkeit der durch den Sphären-Umſchwung hervorgebrachten Töne zu rechtfertigen: man höre nur da, wo ſich Abwechſelung von Laut und Schweigen finde. Ariſtot. de Coelo II, 9 pag. 290 no. 24—30 Bekker. Auch durch Betäubung wurde das Nicht-Hören der Sphärenmuſik entſchuldigt; Cicero de rep. VI, 18. Ariſtoteles ſelbſt nennt die pythagoriſche Tonmythe artig und geiſtreich (κομψῶς καὶ περιττῶς), aber unwahr (l. c. no. 12—15).

[20] (S. 437.) Böckh im Philolaos S. 90.

[21] (S. 438.) Plato de republica X p. 617. Er ſchätzt die Planeten-Abſtände nach zwei ganz verſchiedenen Progreſſionen: einer durch Verdoppelung, der anderen durch Verdreifachung, woraus die Reihe 1.2.3.4.9.8.27 entſteht. Es iſt dieſelbe Reihe, welche man im Timäus findet, da, wo von der arithmetiſchen Theilung der Weltſeele (p. 35 Steph.), welche der Demiurgus vornimmt, gehandelt wird. Plato hat nämlich die beiden

geometriſchen Progreſſionen 1.2.4.8 und 1.3.9.27 zuſammen betrachtet, und ſo abwechſelnd jede nächſtfolgende Zahl aus einer der zwei Reihen genommen, woraus die oben angeführte Folge 1.2.3.4.9 ..... entſteht. Vergl. Böckh in den Studien von Daub und Creuzer Bd. III. S. 34—43; Martin, Études sur le Timée T. I. p. 384 und T. II. p. 64. (Vergl. auch Prevoſt sur l'âme d'après Platon in den Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 90 und 97; denſelben in der Bibliothèque britannique, Sciences et arts T. XXXVII. 1808 p. 153.)

[22] (S. 438.) S. die ſcharfſinnige Schrift des Prof. Ferdinand Piper: Von der Harmonie der Sphären 1850 S. 12—18. Das vermeintliche Verhältniß von 7 Vocalen der alt-ägyptiſchen Sprache zu den 7 Planeten, und Guſtav Seyffarth's, ſchon durch Zoega's und Tölken's Unterſuchungen widerlegte Auffaſſung von aſtrologiſchen vocalreichen Hymnen ägyptiſcher Prieſter, nach Stellen des Pſeudo-Demetrius Phalereus (vielleicht Demetrius aus Alexandrien), einem Epigramme des Euſebius und einem gnoſtiſchen Manuſcripte in Leiden, iſt von Ideler dem Sohne (Hermapion 1841 Pars I. p. 196—214) umſtändlich und mit kritiſcher Gelehrſamkeit behandelt worden. (Vergl. auch Lobeck, Aglaoph. T. II. p. 932.)

[23] (S. 438.) Ueber die allmälige Entwickelung der muſikaliſchen Ideen von Kepler ſ. Apelt's Commentar der Harmonice Mundi in ſeiner Schrift: Johann Keppler's Weltanſicht 1849 S. 76—116. (Vergl. auch Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 352—360.)

[24] (S. 438.) Kosmos Bd. II. S. 353.

[25] (S. 439.) Tycho hatte die kryſtallenen Sphären, in welche die Planeten eingeheftet ſind, vernichtet. Kepler lobt das Unternehmen; aber er beharrt doch bei der Vorſtellung, daß die Fixſtern-Sphäre eine feſte Kugelſchale von 2 deutſchen Meilen Dicke ſei, an der 12 Fixſterne erſter Größe glänzen, die alle in gleicher Weite von uns ſtehen und eine eigene Beziehung zu den Ecken eines Icoſaëders haben. Die Fixſterne lumina sua ab *intus* emittunt; auch die Planeten hielt er lange für ſelbſtleuchtend, bis ihn Galilei eines Beſſeren belehrte! Wenn er auch, wie mehrere unter den Alten und Giordano Bruno, alle Fixſterne für Sonnen wie

die unſrige hielt; ſo war er doch der Meinung, die er erwogen, daß alle Fixſterne von Planeten umgeben ſeien, nicht ſo zugethan, als ich früher (Kosmos Bd. II. S. 365) behauptet habe. Vergl. Apelt a. a. O. S. 21—24.

[26] (S. 439.) Erſt im Jahr 1821 hat Delambre in der Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 314, in ſeinen aſtronomiſch, aber nicht aſtrologiſch, vollſtändigen Auszügen aus Kepler's ſämmtlichen Werken p. 314—615, auf den Planeten aufmerkſam gemacht, den Kepler zwiſchen Merkur und Venus vermuthete. »On n'a fait aucune attention à cette supposition de Kepler, quand on a formé des projets de découvrir la planète qui (selon une autre de ses prédictions) devait circuler entre Mars et Jupiter.«

[27] (S. 440.) Die merkwürdige Stelle über eine auszufüllende Kluft (hiatus) zwiſchen Mars und Jupiter findet ſich in Kepler's Prodromus Dissertationum cosmographicarum, continens Mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium coelestium, 1596 p. 7: cum igitur hac non succederet, alia via, mirum quam audaci, tentavi aditum. Inter Jovem et Martem interposui novum Planetam, itemque alium inter Venerem et Mercurium, quos duos forte ob exilitatem non videamus, iisque sua tempora periodica ascripsi. Sic enim existimabam me aliquam aequalitatem proportionum effecturum, quae proportiones inter binos versus Solem ordine minuerentur, versus fixas augescerent: ut propior est Terra Veneri quantitate orbis terrestris, quam Mars Terrae, in quantitate orbis Martis. Verum hoc pacto neque unius planetae interpositio sufficiebat ingenti hiatu, Jovem inter et Martem: manebat enim major Jovis ad illum novum proportio, quam est Saturni ad Jovem. Rursus alio modo exploravi .... Kepler war 25 Jahr alt, da er dies ſchrieb. Man ſieht, wie ſein beweglicher Geiſt Hypotheſen aufſtellte und ſchnell wieder verließ, um ſie mit anderen zu vertauſchen. Immer blieb ihm ein hoffnungsvolles Vertrauen, ſelbſt da Zahlengeſetze zu entdecken, wo unter den mannigfaltigſten Störungen der Attractionskräfte (Störungen, deren Combination, wie ſo viel in der Natur Geſchehenes und Geſtaltetes, wegen Unbekanntſchaft mit den begleitenden Bedingungen incalculabel iſt) die Materie ſich in Planetenkugeln geballt hat, kreiſend: bald einzeln, in einfachen, unter einander faſt

parallelen; bald gruppenweiſe, in wunderbar verſchlungenen Bahnen.

[28] (S. 440.) Newtoni Opuscula mathematica, philosophica et philologica 1744 T. II. Opusc. XVIII. p. 246: chordam musice divisam potius adhibui, non tantum quod cum phaenomenis (lucis) optime convenit, sed quod fortasse, aliquid circa colorum harmonias (quarum pictores non penitus ignari sunt), sonorum concordantiis fortasse analogas, involvat. Quemadmodum verisimilius videbitur animadvertenti affinitatem, quae est inter extimam Purpuram (Violarum colorem) ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavae terminos (qui pro unisonis quodammodo haberi possunt) reperitur .... Vergl. auch Prevoſt in den Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93.

[29] (S. 440.) Seneca, Nat. Quaest. VII, 13: non has tantum stellas quinque discurrere, sed solas observatas esse: ceterum innumerabiles ferri per occultum.

[30] (S. 441.) Da mich die Erklärungen, welche von dem Urſprunge der im Alterthum ſo weit verbreiteten aſtronomiſchen Mythe der Proſelenen Heyne (De Arcadibus luna antiquioribus, in Opusc. acad. Vol. II. p. 332) gegeben hat, nicht befriedigen konnten; ſo war es mir eine große Freude, von meinem ſcharfſinnigen philologiſchen Freunde, Profeſſor Johannes Franz, durch einfache Ideen-Combination, eine neue und ſehr glückliche Löſung des vielbehandelten Problems zu erhalten. Es hängt dieſe Löſung weder mit den Calender-Einrichtungen der Arkader noch mit ihrem Mond-Cultus zuſammen. Ich beſchränke mich hier auf den Auszug einer unedirten, mehr umfaſſenden Arbeit. In einem Werke, in welchem ich mir zum Geſetz gemacht habe, recht oft die Geſammtheit unſres jetzigen Wiſſens an das Wiſſen des Alterthums, ja an wirkliche oder wenigſtens von Vielen geglaubte Traditionen anzuknüpfen, wird dieſe Erläuterung einem Theil meiner Leſer nicht unwillkommen ſein.

„Wir beginnen mit einigen Hauptſtellen, die bei den Alten von den Proſelenen handeln. Stephanus von Byzanz (v. Ἀρκάς) nennt den Logographen Hippys aus Rhegium, einen Zeitgenoſſen von Darius und Xerxes, als den Erſten, der die Arkader προσελήνους genannt habe. Die Scholiaſten ad Apollon. Rhod. IV,

264 und ad Aristoph. Nub. 397 sagen übereinstimmend: Das hohe Alterthum der Arkader erhellet am meisten daraus, daß sie προσέληνοι hießen. Sie scheinen vor dem Monde da gewesen zu sein, wie denn auch Eudorus und Theodorus sagen; Letzterer fügt hinzu, es sei kurz vor dem Kampfe des Hercules der Mond erschienen. In der Staatsverfassung der Tegeaten meldet Aristoteles: die Barbaren, welche Arkadien bewohnten, seien von den späteren Arkadern vertrieben worden, ehe der Mond erschien, darum sie auch προσέληνοι genannt worden. Andere sagen, Endymion habe die Umläufe des Mondes entdeckt; da er aber ein Arkader war, seien die Arkader nach ihm προσέληνοι genannt worden. Tadelnd spricht sich Lucian (astrolog. 26) aus. Nach ihm sagen aus Unverstand und aus Thorheit die Arkader, sie seien früher da gewesen als der Mond. In Schol. ad Aeschyl. Prom. 436 wird bemerkt: προσελούμενον heiße ὑβριζόμενον; woher denn auch die Arkader προσέληνοι genannt werden, weil sie übermüthig sind. Die Stellen des Ovidius über das vormondliche Dasein der Arkader sind allgemein bekannt. — In neuester Zeit ist sogar der Gedanke aufgetaucht: das ganze Alterthum habe sich von der Form προσέληνοι täuschen lassen; das Wort (eigentlich πρόελληνοι) bedeute bloß vorhellenisch, da allerdings Arkadien ein pelasgisches Land sei."

„Wenn nun nachgewiesen werden kann", fährt Professor Franz fort, „daß ein anderes Volk seine Abstammung mit einem anderen Gestirn in Verbindung brachte, so wird man der Mühe überhoben zu täuschenden Etymologien seine Zuflucht zu nehmen. Diese Art des Nachweises ist aber in bester Form vorhanden. Der gelehrte Rhetor Menander (um das Jahr 270 nach Chr.) sagt wörtlich in seiner Schrift de encomiis (sect. II cap. 3 ed. Heeren), wie folgt: Als drittes Moment für das Loben des Gegenstandes gilt die Zeit; dies ist bei allem Aeltesten der Fall: wenn wir aussagen von einer Stadt oder von einem Lande, sie seien angebauet worden vor dem und dem Gestirn, oder mit den Gestirnen, vor der Ueberschwemmung oder nach der Ueberschwemmung; wie die Athener behaupten, sie seien mit der Sonne entstanden, die Arkader vor dem Monde, die Delpher gleich nach der Ueberschwemmung: denn dies sind Absätze und gleichsam Anfangspunkte in der Zeit."

„Also Delphi, dessen Zusammenhang mit der Deucalionischen Fluth auch sonst bezeugt ist (Pausan. X, 6), wird von Arkadien,

Arkadien wird von Athen übertroffen. Ganz übereinſtimmend hiermit drückt ſich der, ältere Muſter nachahmende Apollonius Rhodius IV, 261 aus, wo er ſagt, Aegypten ſei vor allen anderen Ländern bewohnt geweſen: „noch nicht kreiſten am Himmel die Geſtirne alle; noch waren die Danaer nicht da, nicht das Deukalioniſche Geſchlecht; vorhanden waren nur die Arkader: die, von denen es heißt, daß ſie vor dem Monde lebten, Eicheln eſſend auf den Bergen.“ Eben ſo ſagt Nonnus XLI von dem ſyriſchen Heroë, es ſei vor der Sonne bewohnt geweſen.“

„Eine ſolche Gewohnheit, aus Momenten der Welt-Conſtruction Zeitbeſtimmungen zu entnehmen, iſt ein Kind der Anſchauungsperiode, in welcher alle Gebilde noch mehr Lebendigkeit haben, und gehört zunächſt der genealogiſchen Local-Poeſie an. So iſt ſelbſt nicht unwahrſcheinlich, daß die durch einen arkadiſchen Dichter beſungene Sage von dem Gigantenkampf in Arkadien, auf welche ich die oben angeführten Worte des alten Theodorus beziehe, den Einige für einen Samothracier halten und deſſen Werk ſehr umfangreich geweſen ſein muß), Veranlaſſung zur Verbreitung des Epithetons προσέληνοι für die Arkader gegeben habe.“ Ueber den Doppelnamen: »Arkades Pelasgoi« und den Gegenſatz einer älteren und jüngeren Bevölkerung Arkadiens vergl. die vortreffliche Schrift „der Peloponneſos“ von Ernſt Curtius 1851 S. 160 und 180. Auch im Neuen Continent finden wir, wie ich an einem anderen Orte gezeigt (ſ. meine Kleinen Schriften Bd. I. S. 115), auf der Hochebene von Bogota den Völkerſtamm der Muyscas oder Mozcas, welcher in ſeinen hiſtoriſchen Mythen ſich eines proſeleniſchen Alters rühmte. Die Entſtehung des Mondes hängt mit der Sage von einer großen Fluth zuſammen, welche ein Weib, den Wundermann Botſchika begleitete, durch ihre Zauberkünſte veranlaßt hatte. Botſchika verjagte das Weib (Huythaca oder Schia genannt). Sie verließ die Erde und wurde der Mond, „welcher bis dahin den Muyscas noch nie geleuchtet hatte“. Botſchika, des Menſchengeſchlechts ſich erbarmend, öffnete mit ſtarker Hand eine ſteile Felswand bei Canoas, wo der Rio de Funzha ſich jetzt in dem berufenen Waſſerfall des Tequendama herabſtürzt. Das mit Waſſer gefüllte Thalbecken wurde dadurch trocken gelegt — ein geognoſtiſcher Roman, der ſich oft wiederholt: z. B. im geſchloſſenen Alpent Thal von Kaſchmir, wo der mächtige Entwäſſerer Kaspapa heißt.

[31] (S. 442.) Karl Bonnet, Betrachtung über die Natur, überſetzt von Titius, 2te Auflage 1772 S. 7 Note 2 (die erſte Auflage war von 1766). In Bonnet's Urſchrift iſt ein ſolches Geſetz der Abſtände gar nicht berührt. (Vergl. auch Bode, Anleit. zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, 2te Aufl. 1772 S. 462.)

[32] (S. 443.) Da, nach Titius, den Abſtand von der Sonne zum Saturn, damals dem äußerſten Planeten, = 100 geſetzt, die einzelnen Abſtände ſein ſollen:

Merkur	Venus	Erde	Mars	Kl. Plan.	Jupiter
$\frac{4}{100}$	$\frac{7}{100}$	$\frac{10}{100}$	$\frac{16}{100}$	$\frac{28}{100}$	$\frac{52}{100}$

nach der ſogenannten Progreſſion: 4, 4+3, 4+6, 4+12, 4+24, 4+48; ſo ergeben ſich, wenn man die Entfernung des Saturn von der Sonne zu 197,3 Millionen geographiſcher Meilen anſchlägt, in demſelben Meilenmaaße von der Sonne:

Abſtände nach Titius in geogr. Meilen:		Wirkliche Abſtände in geogr. Meilen:	
Merkur . . .	7,9 Millionen	8,0	Millionen
Venus . . .	13,8 „	15,0	„
Erde	19,7 „	20,7	„
Mars . . .	31,5 „	31,5	„
Kl. Plan. . .	55,2 „	55,2	„
Jupiter. . .	102,6 „	107,5	„
Saturn . .	197,3 „	197,3	„
Uranus . . .	386,7 „	396,7	„
Neptun . . .	765,5 „	621,2	„

[33] (S. 443.) Wurm in Bode's aſtron. Jahrbuch für das J. 1790 S. 168 und Bode: von dem neuen zwiſchen Mars und Jupiter entdeckten achten Hauptplaneten des Sonnenſyſtems 1802 S. 45. Mit der numeriſchen Correction von Wurm heißt die Reihe nach Entfernungen von der Sonne:

Merkur	387 Theile		
Venus	387 +	293 =	680
Erde	387 +	2.293 =	973
Mars	387 +	4.293 =	1559
Kl. Plan.	387 +	8.293 =	2731
Jupiter	387 +	16.293 =	5075
Saturn	387 +	32.293 =	9763
Uranus	387 +	64.293 =	19139
Neptun	387 +	128.293 =	37891

nan den Grad der Genauigkeit dieſer Reſultate prüfe
olgen in der nächſten Tafel noch einmal die wirkliche
Abſtände der Planeten, wie man ſie jetzt anerkennt, m
ig der Zahlen, welche Kepler nach den Tychoniſchen B
gen vor drittehalb-hundert Jahren für die wahren hiel
hne letztere der Schrift Newton's De Mundi Syst
puscula math., philos. et philol. 1744 T. II. p. 11

Planeten	Wirkliche Abſtände	Reſultate von Kepler
ur	0,38709	0,38806
s	0,72333	0,72400
. . . . .	1,00000	1,00000
3	1,52369	1,52350
)	2,66870	. . . . .
ter	5,20277	5,19650
rn	9,53885	9,51000
us	19,18239	. . . . .
un	30,03628	. . . . .

5. 447.) Die Sonne, die Kepler, wahrſcheinlich aus Em
us für die divina inventa ſeines mit Recht berühmten Zei
William Gilbert, für magnetiſch hielt, und deren Rotatio
en Richtung wie die Planeten er behauptete, ehe noch d
ecken entdeckt waren; die Sonne erklärt Kepler i
nt. de motibus Stellae Martis (cap. 23) und
omiae pars optica (cap. 6) für „den dichteſten a

Weltkörper: weil er die übrigen alle, die zu ſeinem Syſteme gehören, bewegt."

[35] (S. 447.) Newton de Mundi Systemate in Opusculis T. II. p. 17: »Corpora Veneris et Mercurii majore Solis calore magis concocta et coagulata sunt. Planetae ulteriores, defectu caloris, carent substantiis illis metallicis et mineris ponderosis quibus Terra referta est. Densiora corpora quae Soli propiora: ea ratione constabit optime pondera Planetarum omnium esse inter se ut vires.«

[36] (S. 451.) Mädler, Aſtronomie § 193.

[37] (S. 451.) Humboldt de Distributione geographica Plantarum p. 104 (Anſichten der Natur Bd. I. S. 131 bis 133).

[38] (S. 452.) »L'étendue entière de cette variation serait d'environ 12 degrés, mais l'action du Soleil et de la Lune la réduit à peu près à trois degrés (centésimaux).« Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 303.

[39] (S. 453.) Ich habe an einem anderen Orte, durch Vergleichung zahlreicher mittlerer Jahres-Temperaturen, gezeigt, daß in Europa vom Nordcap bis Palermo dem Unterſchied eines geographiſchen Breitengrades ſehr nahe 0°,5 des hunderttheiligen Thermometers, in dem weſtlichen Temperatur-Syſteme von Amerika aber (zwiſchen Boſton und Charlestown) 0°,9 entſprechen; Asie centrale T. III. p. 229.

[40] (S. 454.) Kosmos Bd. II. S. 402 Anm. 6.

[41] (S. 454.) Laplace, Expos. du Système du Monde (5ème éd.) p. 303, 345, 403, 406 und 408; derſelbe in der Connaissance des tems pour 1811 p. 386; Biot, Traité élém. d'Astr. physique T. I. p. 61, T. IV. p. 90—99 und 614—623.

[42] (S. 455.) Garcilaſo, Comment. Reales Parte I. lib. II cap. 22—26; Prescott, Hist. of the Conquest of Peru Vol. I. p. 126. Die Mexicaner hatten unter ihren 20 hieroglyphiſchen Tageszeichen ein beſonders geehrtes, Olliu-tonatiuh, das der 4 Sonnenbewegungen, genannt, welches dem großen, alle $52 = 4 \times 13$ Jahre erneuerten Cyclus vorſtand und ſich auf den hieroglyphiſch durch Fußſtapfen ausgedrückten Weg der Sonne, die Solſtitien und Aequinoctien durchſchneidend, bezog. In dem ſchön gemalten aztekiſchen Manuſcripte, das vormals in der Villa

des Cardinal Borgia zu Veletri aufbewahrt ward und aus dem ich viel wichtiges entlehnt, befindet ſich das merkwürdige aſtrologiſche Zeichen eines Kreuzes, deſſen beigeſchriebene Tageszeichen die Durchgänge der Sonne durch den Zenith der Stadt Mexico (Tenochtitlan), den Aequator und die Solſtitial-Punkte vollſtändig bezeichnen würden, wenn die den Tageszeichen wegen der periodiſchen Reihen beigefügten Punkte (runde Scheiben) in allen drei Durchgängen der Sonne gleich vollzählig wären. (Humboldt, Vues des Cordillères Pl. XXXVII No. 8; p. 164, 189 und 237.) Der der Sternbeobachtung leidenſchaftlich ergebene König von Tezcuco, Nezahualpilli (ein Faſtenkind genannt, weil der Vater lange vor der Geburt des erwünſchten Sohnes faſtete), hatte ein Gebäude errichtet, das Torquemada etwas kühn eine Sternwarte nennt und deſſen Trümmer er noch ſah (Monarquia Indiana lib. II cap. 64). In der Raccolta di Mendoza ſehen wir einen Prieſter dargeſtellt (Vues des Cord. Pl. LVIII No. 8 p. 289), welcher die Sterne beobachtet: was durch eine punctirte Linie ausgedrückt iſt, die vom beobachteten Stern zu ſeinem Auge geht.

[43] (S. 457.) John Herſchel on the astronomical Causes which may influence Geological phaenomena, in den Transact. of the geolog. Soc. of London 2d Ser. Vol. III. P. 1. p. 298; derſelbe in ſeinem Treatise of Astronomy 1833 (Cab. Cyclop. Vol. XLIII.) § 315.

[44] (S. 458.) Arago im Annuaire pour 1834 p. 199.

[45] (S. 458.) »Il s'ensuit (du théorème dû à Lambert) que la quantité de chaleur envoyée par le Soleil à la Terre est la même en allant de l'équinoxe du printems à l'équinoxe d'automne qu'en revenant de celui-ci au premier. Le tems plus long que le Soleil emploie dans le premier trajet, est exactement compensé par son éloignement aussi plus grand; et les quantités de chaleur qu'il envoie à la Terre, sont les mêmes pendant qu'il se trouve dans l'un ou l'autre hémisphère, boréal ou austral.« Poiſſon sur la stabilité du système planétaire in der Connaiss. des tems pour 1836 p. 54.

[46] (S. 458.) Arago a. a. O. p. 200—204. »L'excentricité«, ſagt Poiſſon (a. a. O. p. 38 und 52), »ayant toujours été et devant toujours demeurer très petite, l'influence des variations séculaires de la quantité de chaleur solaire reçue par la Terre

sur la température moyenne paraît aussi devoir être très limitée. — On ne saurait admettre que l'excentricité de la Terre, qui est actuellement environ un soixantième, ait jamais été ou devienne jamais un quart, comme celle de Junon ou de Pallas.«

[47] (S. 460.) Outlines § 432.

[48] (S. 462.) A. a. O. § 548.

[49] (S. 462.) S. Mädler's Verſuch, den Durchmeſſer der Veſta (66 geogr. Meilen?) beſtimmen, in ſeiner Aſtroi

[50] (S. 463.) In der früheren Angabe (Kosmos Bd. I. S. 102) war der Aequatorial-Halbmeſſer des Saturn zum Grunde gelegt.

[51] (S. 464.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 281.

[52] (S. 464.) Ich habe im Naturgemälde von der translatoriſchen Bewegung der Sonne umſtändlich gehandelt Kosmos Bd. I. S. 149—151 (vergl. auch Bd. III. S. 266).

Specielle Aufzählung der Planeten und ihrer Monde, als Theile des Sonnengebiets.

Es iſt, wie ich ſchon mehrmals erinnert, der beſondere Zweck einer *phyſiſchen Weltbeſchreibung*, alle wichtigeren, in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts genau ergründeten, numeriſchen Reſultate in dem *ſideriſchen* wie in dem *tellu-riſchen* Gebiete der Erſcheinungen zuſammenzuſtellen. Das Geſtaltete und Bewegte wird hier als ein *Geſchaffenes*, als *Daſeiendes*, *Gemeſſenes* geſchildert. Die Gründe, auf welchen die erlangten numeriſchen Reſultate beruhen; die kosmogoniſchen Vermuthungen, welche ſeit Jahrtauſenden nach den wechſelnden Zuſtänden des mechaniſchen und phyſikaliſchen Wiſſens über das *Werden* entſtanden ſind: gehören im engeren Sinne des Worts nicht in den Bereich dieſer empiriſchen Unterſuchungen. (Kosmos Bd. I. S. 29—31, 3 und 87.)

Sonne.

Was ſowohl die Dimenſionen als die dermaligen Anſichten über die phyſiſche Beſchaffenheit des Centralkörpers betrifft, iſt ſchon oben (Kosmos Bd. III. S. 378—405) angegeben worden. Es bleibt hier nur übrig, nach den neueſten Beobachtungen noch einiges über die *rothen Geſtalten* und

rothen Wolkenmassen hinzuzufügen, deren S. 389 besondere Erwähnung geschah. Die wichtigen Erscheinungen, welche die totale Sonnenfinsterniß vom 28 Juli 1851 im östlichen Europa dargeboten, haben die, schon von Arago 1842 angeregte Meinung, daß die rothen, berg- oder wolkenartigen Hervorragungen am Rande der verfinsterten Sonne zu der gasartigen äußersten Umhüllung des Centralkörpers gehören [1], noch mehr bekräftigt. Es sind diese Hervorragungen von dem westlichen Mondrande aufgedeckt worden, je nachdem in seiner Bewegung der Mond gegen Osten fortgerückt ist (Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 457); dagegen sind sie wieder verschwunden, wenn sie an der entgegenstehenden Seite durch den östlichen Mondrand verdeckt wurden.

Die Intensität des Lichts jener Rand-Erhebungen ist abermals so beträchtlich gewesen, daß man sie durch dünne Wolken verschleiert in Fernröhren, ja selbst mit bloßen Augen innerhalb der Corona hat erkennen können.

Die Gestalt der, meist rubin- oder pfirsichrothen Erhebungen hat sich (bei einigen derselben) während der Total-Finsterniß sichtbar schnell verändert; eine dieser Erhebungen ist an ihrem Gipfel gekrümmt erschienen, und hat, wie eine oben umgebogene Rauchsäule, vielen Beobachtern in der Nähe der Spitze ein frei schwebendes, abgesondertes Gewölk [2] gezeigt. Die Höhe dieser Hervorragungen wurde meist 1′ bis 2′ geschätzt; an einem Punkte soll sie mehr betragen haben. Außer diesen zapfenartigen Erhebungen, deren man drei bis fünf gezählt, wurden auch carminrothe, langgestreckte, bandartige, wie auf dem Mondrande anliegende, oft gezähnte, niedrige Streifen gesehen. [3]

Man hat wieder deutlichſt, beſonders beim Austritt, den Theil des Mondrandes erkennen können, welcher ſich nicht[4] auf die Sonnenſcheibe projicirte.

Eine Gruppe von Sonnenflecken war ſichtbar, doch einige Minuten von dem Sonnenrande entfernt, da, wo die größte hakenförmige rothe Gibboſität entſtand. Gegenüber, unweit der matten öſtlichen Hervorragung, war ebenfalls nahe am Rande ein Sonnenflecken. Dieſe trichterförmigen Vertiefungen können wegen des erwähnten Abſtandes wohl nicht das Material zur rothen gasartigen Exhalation hergegeben haben; aber weil bei ſtarker Vergrößerung die ganze Oberfläche der Sonne ſichtbar Poren zeigt, ſo iſt doch wohl die Vermuthung am wahrſcheinlichſten: daß dieſelbe Dampf- und Gas-Emanation, welche, von dem Sonnenkörper aufſteigend, die Trichter[5] bildet, durch dieſe, welche uns als Sonnenflecken erſcheinen, oder durch kleinere Poren ſich ergießt, und, erleuchtet, unſerem Auge rothe, vielgeſtaltete Dampfſäulen und Wolken in der dritten Sonnen-Umhüllung darbietet.

Merkur.

Wenn man ſich erinnert, wie viel ſeit den früheſten Zeiten die Aegypter[6] ſich mit dem Merkur (Set—Horus) und die Inder mit ihrem Budha[7] beſchäftigt haben; wie unter dem heiteren Himmel von Weſt-Arabien der Sterndienſt in dem Stamme der Aſediten[8] ausſchließlich auf den Merkur gerichtet war; ja wie Ptolemäus im 9ten Buche des Almageſt 14 Beobachtungen dieſes Planeten benutzen konnte, die bis 261 Jahre vor unſerer Zeitrechnung hinaufreichen und theilweiſe den Chaldäern[9] gehören: ſo iſt man allerdings verwundert, daß Copernicus, welcher das ſiebzigſte Jahr erreicht

Hat, ſich auf ſeinem Sterbebette beklagte, ſo viel er ſich bemühet, den Merkur nie geſehen zu haben. Doch bezeichneten die Griechen[10] mit Recht dieſen Planeten wegen ſeines bisweilen ſo intenſiven Lichts mit dem Namen des ſtark funkelnden (στίλβων). Er bietet Phaſen (wechſelnde Lichtgeſtalten) dar wie Venus, und erſcheint uns auch wie dieſe als Morgen- und Abendſtern.

Merkur iſt in ſeiner mittleren Entfernung wenig über 8 Millionen geographiſcher Meilen von der Sonne entfernt, genau 0,3870938 Theile des mittleren Abſtandes der Erde von der Sonne. Wegen der ſtarken Excentricität ſeiner Bahn (0,2056163) wird die Entfernung des Merkur von der Sonne im Perihel $6\frac{1}{4}$, im Aphel 10 Millionen Meilen. Er vollführt ſeinen Umlauf um die Sonne in 87 mittleren Erdentagen und $23^{St}\ 15'\ 46''$. Durch die, wenig ſichere Beobachtung der Geſtalt von dem ſüdlichen Horn der Sichel und durch Auffindung eines dunkeln Streifens, welcher gegen Oſten am ſchwärzeſten war, haben Schröter und Harding die Rotation zu $24^{St}\ 5'$ geſchätzt.

Nach Beſſel's Beſtimmungen bei Gelegenheit des Merkur-Durchganges vom 5 Mai 1832 beträgt der wahre Durchmeſſer 671 geogr. Meilen[11], d. i. 0,391 Theile des Erd-Durchmeſſers.

Die Maſſe des Merkur war von Lagrange nach ſehr gewagten Vorausſetzungen über die Reciprocität des Verhältniſſes der Dichtigkeiten und Abſtände beſtimmt worden. Durch den Enckiſchen Cometen von kurzer Umlaufszeit wurde zuerſt ein Mittel gegeben dieſes wichtige Element zu verbeſſern. Die Maſſe des Planeten wird von Encke als $\frac{1}{4865751}$ der Sonnenmaſſe oder etwa $\frac{1}{13,7}$ der Erdmaſſe geſetzt. Laplace

gab [12] für die Masse des Merkur nach Lagrange $\frac{1}{2025810}$ an, aber die wahre Masse ist nur etwa $\frac{5}{12}$ von der Lagrange'schen. Es wird durch diese Verbesserung auch zugleich die vorige hypothetische Angabe von der schnellen Zunahme der Dichtigkeit mit Annäherung eines Planeten an die Sonne widerlegt. Wenn man mit Hansen den körperlichen Inhalt des Merkur zu $\frac{6}{100}$ der Erde annimmt, so folgt daraus die Dichtigkeit des Merkur nur als 1,22. „Diese Bestimmungen", setzt mein Freund, der Urheber derselben, hinzu, „sind nur als erste Versuche zu betrachten, die sich indessen der Wahrheit weit mehr nähern als die Laplacische Annahme." Die Dichtigkeit des Merkur wurde vor 10 Jahren noch fast dreimal größer als die Dichte der Erde angenommen: zu 2,56 oder 2,9, wenn die Erde = 1,00.

Venus.

Die mittlere Entfernung derselben von der Sonne ist 0,7233317 in Theilen der Entfernung der Erde von der Sonne, d. i. 15 Millionen geogr. Meilen. Die siderische oder wahre Umlaufszeit der Venus ist 224 Tage 16St 49′ 7″. Kein Hauptplanet kommt der Erde so nahe als Venus: sie kann sich uns bis 5¼ Million Meilen nähern, aber auch von uns auf 36 Millionen Meilen entfernen; daher die große Veränderlichkeit des scheinbaren Durchmessers, welcher keineswegs allein die Stärke des Glanzes bestimmt [13]. Die Excentricität der Venusbahn ist nur 0,00686182: wie immer, in Theilen der halben großen Axe ausgedrückt. Der Durchmesser des Planeten beträgt 1694 geogr. Meilen; die Masse $\frac{1}{401\,839}$, der körperliche Inhalt 0,957 und die Dichtigkeit 0,94 in Vergleichung zur Erde.

Von den, durch Kepler nach seinen Rudolphinischen Tafeln zuerst verkündigten Durchgängen der zwei unteren Planeten ist der der Venus, wegen Bestimmung der Sonnen-Parallaxe und daraus hergeleiteter Entfernung der Erde von der Sonne, von der größten Wichtigkeit für die Theorie des ganzen Planetensystems. Nach Encke's erschöpfender Untersuchung des Venus-Durchganges von 1769 ist die Parallaxe der Sonne 8″,57116 (Berliner Jahrbuch für 1852 S. 323). Eine neue Arbeit über die Sonnen-Parallaxe ist auf den Vorschlag eines ausgezeichneten Mathematikers, des Prof. Gerling zu Marburg, auf Befehl der Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika seit 1849 unternommen worden. Es soll die Parallaxe durch Beobachtungen der Venus in der Nähe des östlichen und westlichen Stillstandes, wie durch Micrometer-Messungen der Differenzen in Rectascension und Declination von wohlbestimmten Fixsternen, in bedeutenden Längen- und Breiten-Unterschieden, erlangt werden (Schum. Astr. Nachr. No. 599 S. 363 und No. 613 S. 193). Die astronomische Expedition unter Befehl des kenntnißvollen Lieutenants Gilliß hat sich nach Santiago de Chile begeben.

Die Rotation der Venus ist lange vielen Zweifeln unterworfen gewesen. Dominique Cassini 1669 und Jacques Cassini 1732 fanden sie 23St 20′, während Bianchini [14] in Rom 1726 die langsame Rotation von 24 $\frac{1}{3}$ Tagen annahm. Genauere Beobachtungen von de Vico in den Jahren 1840 bis 1842 geben durch eine große Anzahl von Venusflecken im Mittel 23St 21′ 21″,93.

Diese Flecken, an der Grenze der Scheidung zwischen Licht und Schatten in der sichelförmigen Venus, erscheinen

en, ſind ſchwach und meiſt veränderlich: ſo daß beide Her-
l, Vater und Sohn, glauben, daß ſie nicht der feſten
erfläche des Planeten, ſondern wahrſcheinlicher einer Venus-
noſphäre [15] angehören. Die veränderliche Geſtalt der Hör-
, beſonders des ſüdlichen, an der Sichel, iſt von La Hire,
hröter und Mädler theils zu Schätzung der Höhe von Ber-
, theils und vorzüglich zur Beſtimmung der Rotation
utzt worden. Die Erſcheinungen dieſer Veränderlichkeit ſind
der Art, daß ſie nicht Berggipfel zur Erklärung erfordern
5 geogr. Meilen (114000 Fuß), wie ſie Schröter z
ienthal angab, ſondern nur Höhen, wie ſie unſer Plane
beiden Continenten darbietet. [16] Bei dem Wenigen, da
von dem Oberflächen-Anſehen und der phyſiſchen Be
affenheit der ſonnennahen Planeten, Merkur und Ve
s, wiſſen, bleibt auch die von Chriſtian Mayer, William
rſchel [17] und Harding in dem dunklen Theile bisweilen
bachtete Erſcheinung eines aſchfarbenen Lichtes, ja eines
enthümlichen Lichtproceſſes überaus räthſelhaft. Es iſt bei
großer Ferne nicht wahrſcheinlich, daß das reflectirte Erd-
t in der Venus, wie bei unſerem Monde, eine aſchfarbige
leuchtung auf der Venus hervorbringe. In den Scheiben
der unteren Planeten, Merkur und Venus, iſt bisher
h keine Abplattung bemerkt worden.

Erde.

Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne iſt
032mal größer als der Durchmeſſer der Erde: alſo 20682000
gr. Meilen, ungewiß auf etwa 90000 Meilen (auf $\frac{1}{230}$).
r ſideriſche Umlauf der Erde um die Sonne iſt 365^{T}
9′ 10″,7496. Die Excentricität der Erdbahn beträgt

0,01679226, die Masse $\frac{1}{359551}$; die Dichtigkeit im Verhältniß zum Wasser 5,44. Bessel's Untersuchung von 10 Gradmessungen gab eine Erd-Abplattung von $\frac{1}{299,153}$; die Länge einer geographischen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators gehen, zu 3807,23 Toisen, und die Aequatorial- und Polar-Durchmesser zu 1718,9 und 1713,1 geogr. Meilen (Kosmos Bd. I. S. 421 Anm. 100). Wir beschränken uns hier auf numerische Angaben von Gestalt und Bewegungen; alles, was sich auf die physische Beschaffenheit der Erde bezieht, bleibt dem letzten, tellurischen Theile des Kosmos vorbehalten.

Mond der Erde.

Mittlere Entfernung des Mondes von der Erde 51800 geogr. Meilen; siderische Umlaufszeit 27 Tage 7^{St} 43′ 11″,5; Excentricität der Mondbahn 0,0548442; Durchmesser des Mondes 454 geogr. Meilen, nahe $\frac{1}{4}$ des Erd-Durchmessers; körperlicher Inhalt $\frac{1}{54}$ des körperlichen Inhalts der Erde; Masse des Mondes nach Lindenau $\frac{1}{87,73}$ (nach Peters und Schidloffsky $\frac{1}{81}$) der Masse der Erde; Dichtigkeit 0,619 (also fast $\frac{3}{5}$) der Dichtigkeit der Erde. Der Mond hat keine wahrnehmbare Abplattung, aber eine äußerst geringe, durch die Theorie bestimmte, Verlängerung (Anschwellung) gegen den Erdkörper hin. Die Rotation des Mondes um seine Achse wird vollkommen genau (und das ist wahrscheinlich der Fall bei allen anderen Nebenplaneten) in derselben Zeit vollbracht, in welcher er um die Erde läuft.

Das von der Mondfläche reflectirte Sonnenlicht ist unter allen Zonen schwächer als das Sonnenlicht, welches ein weißes Gewölk bei Tage zurückwirft. Wenn man zu geographischen Längen-Bestimmungen oft Abstände des Mondes von der

Sonne nehmen muß, iſt es nicht ſelten ſchwer die Mondſcheibe zwiſchen den licht-intenſiveren Haufenwolken zu erkennen. Auf Berghöhen, die zwiſchen zwölf- und ſechzehntauſend Fuß hoch liegen, da wo bei heiterer Bergluft nur federartiger Cirrus am Himmelsgewölbe zu ſehen iſt, wurde mir das Aufſuchen der Mondſcheibe um vieles leichter, weil der Cirrus ſeiner lockeren Beſchaffenheit nach weniger Sonnenlicht reflectirt und das Mondlicht auf ſeinem Wege durch dünne Luftſchichten minder geſchwächt iſt. Das Verhältniß der Lichtſtärke der Sonne zu der des Vollmondes verdient eine neue Unterſuchung, da Bouguer's, überall angenommene Beſtimmung ($\frac{1}{300000}$) ſo auffallend von der, freilich unwahrſcheinlicheren, Wollaſton's ($\frac{1}{800000}$) abweicht.[18]

Das gelbe Mondlicht erſcheint bei Tage weiß, weil die blauen Luftſchichten, durch welche wir es ſehen, die Complementar-Farbe zum Gelb darbieten.[19] Nach den vielfachen Beobachtungen, die Arago mit ſeinem Polariſcop angeſtellt, iſt in dem Mondlichte polariſirtes Licht enthalten: am deutlichſten im erſten Viertel und in den grauen Mondflecken; z. B. in der großen, dunklen, bisweilen etwas grünlichen, Wallebene des ſogenannten Mare Crisium. Solche Wallebenen ſind meiſt mit Bergadern durchzogen, deren polyedriſche Geſtalt diejenigen Inclinations-Winkel der Flächen darbietet, welche zur Polariſation des reflectirten Sonnenlichts erforderlich ſind. Der dunkle Farbenton der Umgegend ſcheint dazu durch Contraſt die Erſcheinung noch bemerkbarer zu machen. Was den leuchtenden Centralberg der Gruppe Ariſtarch betrifft, an dem man mehrmals thätigen Vulcanismus zu bemerken wähnte, ſo hat derſelbe keine ſtärkere Polariſation des Lichts gezeigt als andere Mondtheile. In dem Vollmond wird keine Beimiſchung

von polariſirtem Lichte bemerkt; aber während einer totalen Mondfinſterniß (31 Mai 1848) hat Arago in der roth gewordenen Mondſcheibe (einem Phänomen, von dem wir weiter unten ſprechen werden) unzweifelhafte Zeichen der Polariſation wahrgenommen (Comptes rendus T. XVIII. p. 1119).

Daß das Mondlicht wärmeerzeugend iſt, gehört, wie ſo viele andere meines berühmten Freundes Melloni, zu den wichtigſten und überraſchendſten Entdeckungen unſeres Jahrhunderts. Nach vielen vergeblichen Verſuchen, von La Hire an bis zu denen des ſcharfſinnigen Forbes [20], iſt es Melloni geglückt, mittelſt einer Linſe (lentille à échelons) von drei Fuß Durchmeſſer, die für das meteorologiſche Inſtitut am Veſuv-Kegel beſtimmt war, bei verſchiedenen Wechſeln des Mondes die befriedigendſten Reſultate der Temperatur-Erhöhung zu beobachten. Moſotti-Lavagna und Belli, Profeſſoren der Univerſitäten Piſa und Pavia, waren Zeugen dieſer Verſuche, die nach Maaßgabe des Alters und der Höhe des Mondes verſchieden ausfielen. Wie viel die Quantität der Temperatur-Erhöhung, welche Melloni's thermoſcopiſche Säule erzeugte, in Bruchtheilen eines hunderttheiligen Thermometergrades ausgedrückt, betrage, wurde damals (Sommer 1846) noch nicht ergründet. [21]

Das aſchgraue Licht, in welchem ein Theil der Mondſcheibe leuchtet, wenn einige Tage vor oder nach dem Neumonde ſie nur eine ſchmale, von der Sonne erleuchtete Sichel darbietet, iſt Erdenlicht im Monde, „der Wiederſchein eines Wiederſcheins". Je weniger der Mond für die Erde erleuchtet erſcheint, deſto mehr iſt erleuchtend die Erde für den Mond. Unſer Planet beſcheint aber den Mond 13½mal ſtärker, als der Mond ſeinerſeits ihn erleuchtet; und dieſer Schein iſt hell genug, um durch abermalige Reflexion von uns

wahrgenommen zu werden. Das Fernrohr unterſcheidet in dem aſchgrauen Lichte die größeren Flecken, und einzelne hellglänzende Punkte, Berggipfel in den Mondlandſchaften; ja ſelbſt dann noch einen grauen Schimmer, wenn die Scheibe ſchon etwas über die Hälfte erleuchtet iſt.[22] Zwiſchen den Wendekreiſen und auf den hohen Bergebenen von Quito und Mexico werden dieſe Erſcheinungen beſonders auffallend. Seit Lambert und Schröter iſt die Meinung herrſchend geworden, daß die ſo verſchiedene Intenſität des aſchgrauen Lichtes des Mondes von dem ſtärkeren oder ſchwächeren Reflex des Sonnenlichts herrührt, das auf die Erdkugel fällt: je nachdem daſſelbe von zuſammenhangenden Continental-Maſſen voll Sandwüſten, Grasſteppen, tropiſcher Waldung und öden Felsbodens; oder von großen oceaniſchen Flächen zurückgeworfen wird. Lambert hat in einem lichtvollen Cometenſucher (14 Februar 1774) die merkwürdige Beobachtung einer Veränderung des aſchfarbenen Mondlichtes in eine olivengrüne, etwas ins Gelbe ſpielende Farbe gemacht. „Der Mond, der damals ſenkrecht über dem atlantiſchen Meere ſtand, erhielt in ſeiner Nachtſeite das grüne Erdenlicht, welches ihm bei wolkenfreiem Himmel die Waldgegenden[23] von Südamerika zuſendeten.“

Der meteorologiſche Zuſtand unſerer Atmoſphäre modificirt dieſe Intenſitäten des Erdlichts, welches den zwiefachen Weg von der Erde zum Monde und vom Monde zu unſerem Auge zurücklegen muß. „So werden wir“, wie Arago[24] bemerkt, „wenn einſt beſſere photometriſche Inſtrumente anzuwenden ſind, in dem Monde gleichſam den mittleren Zuſtand der Diaphanität unſerer Atmoſphäre leſen können.“ Die erſte richtige Erklärung von der Natur des aſchfarbenen Lichts des

Mondes schreibt Kepler (ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p. 254) seinem, von ihm hoch verehrten Lehrer Mästlin zu, welcher dieselbe 1596 in den zu Tübingen öffentlich vertheidigten Thesen vorgetragen hatte. Galilei sprach (Sidereus Nuncius p. 26) von dem reflectirten Erdlichte als von einer Sache, die er seit mehreren Jahren selbst aufgefunden; aber hundert Jahre vor Kepler und Galilei war die Erklärung des uns sichtbaren Erdlichts im Monde dem allesumfassenden Genie des Leonardo da Vinci nicht entgangen. Seine lange vergessenen Manuscripte lieferten den Beweis davon. [25]

Bei den totalen Mondfinsternissen verschwindet der Mond in überaus seltenen Fällen gänzlich; so verschwand er nach Kepler's frühester Beobachtung [26] am 9 December 1601; und in neuester Zeit, ohne selbst durch Fernröhre aufgefunden zu werden, am 10 Juni 1816 zu London. Ein eigener, nicht genugsam ergründeter Diaphanitäts-Zustand einzelner Schichten unserer Atmosphäre muß die Ursach dieser so seltenen als sonderbaren Erscheinung sein. Hevelius bemerkt ausdrücklich, daß in einer totalen Finsterniß (am 25 April 1642) der Himmel bei völlig heiterer Luft mit funkelnden Sternen bedeckt war, und doch in den verschiedensten Vergrößerungen, die er anwandte, die Mondscheibe spurlos verschwunden blieb. In anderen, ebenfalls sehr seltenen Fällen werden nur einzelne Theile des Mondes schwach sichtbar. Gewöhnlich sieht man die Scheibe während einer totalen Verfinsterung roth, und zwar in allen Graden der Intensität der Farbe, ja, wenn der Mond weit von der Erde entfernt ist, bis in das Feuerrothe und Glühende übergehend. Während ich, vor einem halben Jahrhunderte (29 März 1801), vor Anker an der Insel Baru unsern

Cartagena de Indias lag und eine Total-Finſterniß beobachtete, war es mir überaus auffallend, wie viel leuchtender die rothe Mondſcheibe unter dem Tropenhimmel erſcheint als in meinem nördlichen Vaterlande.[27] Das ganze Phänomen iſt bekanntlich eine Folge der Strahlenbrechung: da, wie Kepler ſich ſehr richtig ausdrückt (Paralip., Astron. pars optica p. 893), die Sonnenſtrahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmoſphäre der Erde inflectirt[28] und in den Schattenkegel geworfen werden. Die getöthete oder glühende Scheibe iſt übrigens nie gleichförmig farbig. Einige Stellen zeigen ſich immer dunkler und dabei fortſchreitend farbeändernd. Die Griechen hatten ſich eine eigene, wunderſame Theorie gebildet über die verſchiedenen Farben, welche der verfinſterte Mond zeigen ſoll, je nachdem die Finſterniß zu anderen Stunden eintritt.[29]

In dem langen Streite über die Wahrſcheinlichkeit oder Unwahrſcheinlichkeit einer atmoſphäriſchen Umhüllung des Mondes haben genaue Occultations-Beobachtungen erwieſen, daß keine Strahlenbrechung am Mondrande ſtatt hat, und daß ſich demnach die Schröter'ſchen Annahmen[30] einer Mond-Atmoſphäre und Mond-Dämmerung widerlegt finden. „Die Vergleichung der beiden Werthe des Mond-Halbmeſſers, welche man einerſeits aus directer Meſſung, andererſeits aus der Dauer des Verweilens vor einem Fixſtern während der Bedeckung ableiten kann, lehrt, daß das Licht eines Fixſterns in dem Augenblick, in welchem letzterer den Mondrand berührt, nicht für uns merklich von ſeiner geradlinigen Bewegung abgelenkt wird. Wäre eine Strahlenbrechung am Rand des Mondes vorhanden, ſo müßte die zweite Beſtimmung den Halbmeſſer um das Doppelte derſelben kleiner ergeben als die erſte; wogegen aber bei mehrfachen Verſuchen beide Beſtimmungen

so nahe übereinkommen, daß man keinen entscheidenden Unterschied je hat auffinden können.“ [31] Der Eintritt von Sternen, welcher sich besonders scharf am dunklen Rande beobachten läßt, erfolgt plötzlich und ohne allmälige Verminderung des Sternglanzes; eben so der Austritt oder das Wiedererscheinen. Bei den wenigen Ausnahmen, die angegeben werden, mag die Ursach in zufälligen Veränderungen unserer Atmosphäre gelegen haben.

Fehlt nun dem Erdmonde jede gasförmige Umhüllung, so steigen dort bei Mangel alles diffusen Lichtes die Gestirne an einem fast schwarzen Taghimmel empor [32]; keine Luftwelle kann dort tragen den Schall, den Gesang und die Rede. Es ist der Mond für unsere Phantasie, die so gern anmaßend in das nicht zu Ergründende überschweift, eine lautlose Einöde.

Das bei Sternbedeckungen bisweilen bemerkte Phänomen des Verweilens (Klebens) des eintretenden Sternes an und in dem Rande des Mondes [33] kann wohl nicht als Folge der Irradiation betrachtet werden, welche bei der schmalen Mondsichel, wegen einer so verschiedenen Intensität des Lichtes im aschfarbenen und in dem von der Sonne unmittelbar erleuchteten Theile, diesen allerdings als jenen umfassend dem Auge erscheinen läßt. Arago hat bei einer totalen Mondfinsterniß einen Stern an der wenig leuchtenden rothen Mondscheibe während der Conjunction deutlichst kleben sehen. Ob überhaupt die hier berührte Erscheinung in der Empfindung und in physiologischen Ursachen [34], oder in der Aberration der Refrangibilität und Sphäricität des Auges [35] gegründet sei, ist ein Gegenstand der Discussion zwischen Arago und Plateau geblieben. Die Fälle, in denen behauptet wird, daß man ein Verschwinden

und Wiedererscheinen, und dann ein abermaliges Verschwinden bei einer Occultation gesehen habe, mögen wohl den Eintritt an einem zufällig durch Bergabfälle und tiefe Klüfte verunstalteten Mondrand bezeichnen.

Die großen Unterschiede des Licht-Reflexes in den einzelnen Regionen der erleuchteten Mondscheibe, und besonders der Mangel scharfer Abgrenzung in den Mondphasen an dem inneren Rande gegen den aschfarbenen Theil hin, erzeugten in der früheſten Zeit schon einige verständige Ansichten über die Unebenheiten der Oberfläche unseres Satelliten. Plutarch in der kleinen, aber sehr merkwürdigen Schrift vom Gesicht im Monde sagt ausdrücklich: daß man in den Flecken theils tiefe Klüfte und Thäler, theils Berggipfel ahnden könne, „welche lange Schatten wie der Athos werfen, der mit dem seinigen Lemnos erreicht". [36] Die Flecken bedecken ohngefähr $^2/_5$ der ganzen Scheibe. Mit bloßen Augen sind unter günstigen Verhältnissen in der Stellung des Mondes bei der Heiterkeit unserer Atmosphäre erkennbar: der Rücken des Hochlandes der Apenninen, die dunkle Wallebene Grimaldi, das abgeschlossene Mare Crisium, der von vielen Bergrücken und Kratern umdrängte Tycho. [37] Nicht ohne Wahrscheinlichkeit ist behauptet worden, daß es besonders der Anblick der Apenninen-Kette gewesen sei, welcher die Griechen veranlaßt habe die Mondflecken für Berge zu halten und dabei, wie eben bemerkt, des Schattens des Athos zu gedenken, welcher in den Solstitien die eherne Kuh auf Lemnos erreichte. Eine andere, sehr phantastische Meinung über die Mondflecken war die, von Plutarch bestrittene, des Agesianax, nach welcher die Mondscheibe, gleich einem Spiegel, die Gestalt und Umrisse unserer Continente und des äußeren

(atlantiſchen) Meeres uns catoptriſch wiedergeben ſolle. Eine ganz ähnliche Meinung ſcheint in Vorder-Aſien ſich als Volksglaube noch erhalten zu haben. [38]

Durch die ſorgfältige Anwendung großer Fernröhre iſt es allmälig gelungen eine auf wirkliche Beobachtungen gegründete Topographie des Mondes zu entwerfen; und da in der Oppoſition die halbe Seite des Erd-Satelliten ſich ganz und auf einmal unſeren Forſchungen darſtellt, ſo wiſſen wir von dem allgemeinen und bloß figürlichen Zuſammenhange der Berggruppen im Monde mehr als von der Orographie einer ganzen, das Innere von Afrika und Aſien enthaltenden Erdhälfte. Der Regel nach ſind die dunkleren Theile der Scheibe die flächeren und niederen; die hellen, viel Sonnenlicht reflectirenden Theile die höheren und gebirgigen. Kepler's alte Bezeichnung beider als Meer und Land iſt aber längſt aufgegeben; und es wurde ſchon von Hevel, trotz der ähnlichen durch ihn verbreiteten Nomenclatur, die Richtigkeit der Deutung und des Gegenſatzes bezweifelt. Als mit der Anweſenheit von Waſſerflächen ſtreitend wird hauptſächlich der Umſtand angeführt, daß in den ſogenannten Meeren des Mondes die kleinſten Theile ſich bei genauer Unterſuchung und ſehr verſchiedener Beleuchtung als völlig uneben, als polyedriſch und eben deshalb viel polariſirtes Licht gebend erweiſen. Arago hat gegen die Gründe, welche von den Unebenheiten hergenommen ſind, erinnert: daß einige dieſer Flächen trotz der Unebenheiten doch einem mit Waſſer bedeckten, nicht allzu tiefen Meeresboden zugehören könnten, da auf unſerem Planeten der unebene, klippenvolle Boden des Oceans, von einer großen Höhe herab geſehen, (wegen des Uebergewichts des aus der Tiefe aufſteigenden Lichtes über die

Intenſität desjenigen, welches die Oberfläche des Meeres zurückſtrahlt) deutlich geſehen werde (Annuaire du Bureau des Longit. pour 1836 p. 339—343). In den bald erſcheinenden Werken meines Freundes, ſeiner Aſtronomie und Photometrie, wird die wahrſcheinliche Abweſenheit des Waſſers auf unſerem Satelliten aus anderen, hier nicht zu entwickelnden, optiſchen Gründen hergeleitet werden. Von den niederen Ebenen finden ſich die größeren Flächen in dem nördlichen und öſtlichen Theile. Die meiſte Ausdehnung (90000 geogr. Quadratmeilen) hat unter ihnen der, nicht ſcharf begrenzte Oceanus Procellarum. Mit dem Mare Imbrium (16000 Quadratmeilen), dem Mare Nubium und einigermaßen mit dem Mare Humorum in Verbindung ſtehend und inſelförmige Berglandſchaften (die Riphäen, Kepler, Copernicus und die Karpathen) umgebend: bildet dieſer öſtliche, dunklere Theil der Mondſcheibe den entſchiedenſten Gegenſatz zu der lichtſtrahlenderen ſüdweſtlichen Gegend, in welcher Berge an Berge gedrängt ſind.[39] In der nordweſtlichen Region zeigen ſich zwei mehr geſchloſſene und iſolirte Becken, das Mare Crisium (3000 Quadr. Meilen) und das Mare Tranquillitatis (5800 Q. M.).

Die Farbe dieſer ſogenannten Meere iſt nicht bei allen die graue. Das Mare Crisium hat ein Grau mit Dunkelgrün vermiſcht, das Mare Serenitatis und Mare Humorum ſind ebenfalls grün. Nahe bei dem hercyniſchen Gebirge zeigt dagegen die iſolirte Umwallung Lichtenberg eine blaßröthliche Farbe, eben ſo Palus Somnii. Ringflächen ohne Centralberge haben meiſt eine dunkel ſtahlgraue, ins Bläuliche ſpielende Farbe. Die Urſachen dieſer ſo verſchiedenen Farbentöne des felſigen Erdreichs oder anderer lockerer Stoffe, die

es bedecken, sind überaus räthselhaft. So wie nördlich vom Alpengebirge eine große Wallebene, Plato (bei Hevel Lacus niger major genannt), und noch mehr Grimaldi in der Aequatorial-Gegend und Endymion am nordwestlichen Rande, die drei dunkelsten Stellen der ganzen Mondscheibe sind; so ist Aristarch mit seinen in der Nachtseite bisweilen fast sternartig leuchtenden Punkten die hellste und glänzendste derselben. Alle diese Abwechselungen von Schatten und Licht afficiren eine iodirte Platte, und werden in Daguerreotypen unter starker Vergrößerung mit wunderbarer Treue dargestellt. Ich besitze selbst ein solches Mond-Lichtbild von zwei Zoll Durchmesser, in welchem man die sogenannten Meere und Ringgebirge deutlich erkennt; es ist von einem ausgezeichneten Künstler, Herrn Whipple zu Boston, angefertigt.

Wenn nun schon in einigen der Meere (Crisium, Serenitatis und Humorum) die Kreisform auffallend ist; so wiederholt sich dieselbe noch mehr, ja fast allgemein, in dem gebirgigen Theile der Mondscheibe: besonders in der Gestaltung der ungeheuren Gebirgsmassen, welche die südliche Halbkugel (vom Pole bis gegen den Aequator hin, wo die Masse in eine Spitze ausläuft) erfüllen. Viele der ringförmigen Erhebungen und Wallebenen (die größten haben nach Lohrmann über tausend Quadratmeilen) bilden zusammenhangende Reihen, und zwar in der Meridian-Richtung, zwischen 5° und 40° südlicher Breite.[40] Die nördliche Polargegend enthält vergleichungsweise nur in sehr geringem Maaße diese zusammengedrängten Bergringe. Sie bilden dagegen in dem westlichen Rande der nördlichen Halbkugel zwischen 20 und 50 Grad nördlicher Breite eine zusammenhangende Gruppe. Dem Nordpol selbst nahet sich bis auf wenige Grade das

Mare Frigoris; und es bietet derſelbe dadurch, wie der ganze ebene nordöſtliche Raum, bloß einige iſolirte ringförmige Berge (Plato, Mairan, Ariſtarch, Copernicus und Kepler) umſchließend, einen großen Contraſt mit dem ganz gebirgigen Südpol. An dieſem glänzen hohe Gipfel, im eigentlichſten Sinne des Worts, ganze Lunationen hindurch in ewigem Lichte; es ſind wahre Lichtinſeln, die ſchon bei ſchwacher Vergrößerung erkannt werden. [41]

Als Ausnahmen von dieſem, auf dem Monde ſo allgemein herrſchenden Typus kreis- und ringförmiger Geſtaltung treten wirkliche Gebirgsketten faſt in der Mitte der nördlichen Mondhälfte (Apenninen, Kaukaſus und Alpen) auf. Sie ziehen ſich von Süden gegen Norden, in einen flachen Bogen etwas weſtlich gekrümmt, durch faſt 32 Breitengrade. Zahlloſe Bergrücken und zum Theil überaus ſpitze Gipfel drängen ſich hier zuſammen. Wenige Ringgebirge oder kraterartige Vertiefungen (Conon, Hadley, Calippus) ſind eingemengt, und das Ganze gleicht mehr der Geſtaltung unſerer Bergketten auf der Erde. Die Mond-Alpen, welche an Höhe dem Kaukaſus und den Apenninen des Mondes nachſtehen, bieten ein wunderbar breites Queerthal, das die Kette von SO gegen NW durchſchneidet, dar. Es iſt von Gipfeln umgeben, welche die Höhe des Pics von Teneriffa übertreffen.

Die relative Höhe der Erhebungen im Verhältniß zu den Durchmeſſern des Mondes und der Erde giebt das merkwürdige Reſultat: daß, da bei dem 4mal kleineren Satelliten die höchſten Gipfel nur 600 Toiſen niedriger als die der Erde ſind, die Mondberge $\frac{1}{454}$, die Berge auf der Erde aber $\frac{1}{1481}$ des planetariſchen Durchmeſſers betragen. [42] Unter den 1095

bereits gemeſſenen Höhenpunkten auf dem Monde finde ich 39 höher als den Montblanc (2462 Toiſen) und 6 höher als 18000 Pariſer Fuß. Die Meſſungen geſchehen entweder durch Licht-Tangenten (durch Beſtimmung des Abſtandes der in der Nachtſeite des Mondes als Lichtpunkte erleuchteten Berggipfel von der Lichtgrenze), oder durch Länge der Schatten. Der erſten Methode bediente ſich ſchon Galilei, wie aus ſeinem Briefe an den Pater Grienberger über die Montuosità della Luna erhellt.

Nach Mädler's ſorgfältigen Bergmeſſungen mittelſt der Länge der Schatten ſind die Culminationspunkte des Mondes in abſteigender Folge am Südrande, dem Pole ſehr nahe, Dörfel und Leibnitz, 3800 Toiſen; das Ringgebirge Newton, wo ein Theil der tiefen Aushöhlung nie, weder von der Sonne noch von der Erdſcheibe, beſchienen wird, 3727 Toiſen; Caſatus öſtlich von Newton 3569 T.; Calippus in der Kaukaſus-Kette 3190 T.; die Apenninen zwiſchen 2800 und 3000 T. Es muß hier bemerkt werden, daß bei dem gänzlichen Mangel einer allgemeinen Niveau-Linie (der Ebene gleichen Abſtandes von dem Centrum eines Weltkörpers, wie uns auf unſerem Planeten die Meeresfläche darbietet) die abſoluten Höhen nicht ſtreng unter einander zu vergleichen ſind, da die hier gegebenen 6 numeriſchen Reſultate eigentlich nur Unterſchiede der Gipfel von den nächſten ſie umgebenden Ebenen oder Tiefpunkten ausdrücken.[43] Auffallend iſt es immer, daß Galilei die höchſten Mondgebirge ebenfalls »incirca miglia quatro«, alſo ohngefähr 1 geogr. Meile (3800 T.), ſchätzte und ſie nach dem Maaß ſeiner hypſometriſchen Kenntniſſe für höher hielt als alle Berge der Erde.

Eine überaus merkwürdige und räthselhafte Erscheinung, welche die Oberfläche unseres Satelliten darbietet, und welche nur optisch einen Licht-Reflex, nicht hypsometrisch eine Höhenverschiedenheit betrifft, sind die schmalen Lichtstreifen, die in schräger Beleuchtung verschwinden, im Vollmonde aber, ganz im Gegensatz mit den Mondflecken, als Strahlen-Systeme am sichtbarsten werden. Sie sind nicht Bergadern, werfen keinen Schatten, und laufen in gleicher Intensität des Lichtes aus den Ebenen bis zu Höhen von mehr als zwölftausend Fuß. Das ausgedehnteste dieser Strahlen-Systeme geht von Tycho aus, wo man mehr als hundert, meistens einige Meilen breite, Lichtstreifen unterscheiden kann. Aehnliche Systeme, welche den Aristarch, Kepler, Copernicus und die Karpathen umgeben, stehen fast alle in Zusammenhang unter einander. Es ist schwer, durch Analogien und Induction geleitet, zu ahnden, welche specielle Veränderung des Bodens diese leuchtenden, von gewissen Ringgebirgen ausgehenden, bandartigen, lichtvollen Strahlen veranlaßt.

Der mehrfach erwähnte, auf der Mondscheibe fast überall herrschende Typus kreisförmiger Gestaltung (in den Wallebenen, die oft Centralberge umschließen; in den großen Ringgebirgen und ihren Kratern, deren in Bayer 22, in Albategnius 33 an einander gedrängt gezählt werden) mußte einen tiefen Denker wie Robert Hooke früh schon veranlassen eine solche Form der Reaction des Inneren des Mondkörpers gegen das Aeußere, „der Wirkung unterirdischer Feuer und elastischer, durchbrechender Dämpfe, ja einer Ebullition in aufbrechenden Blasen" zuzuschreiben. Versuche mit verdickten siedenden Kalk-Auflösungen schienen

ihm seine Ansicht zu bestätigen; und die Umwallungen mit ihren Centralbergen wurden damals schon mit „den Formen des Aetna, des Pics von Teneriffa, des Hekla und der von Gage beschriebenen Vulkane von Mexico" verglichen.[44]

Den Galilei hatte, wie er selbst erzählt, eine ringförmige Wallebene des Mondes, wahrscheinlich ihrer Größe wegen, an die Gestaltung ganzer mit Bergen umgebener Länder erinnert. Ich habe eine Stelle aufgefunden[45], in der er jene ringförmigen Wallebenen des Mondes mit dem großen geschlossenen Becken von Böhmen vergleicht. Mehrere der Wallebenen sind in der That nicht viel kleiner; denn sie haben einen Durchmesser von 25 bis 30 geogr. Meilen.[46] Dagegen überschreiten die eigentlichen Ringgebirge im Durchmesser kaum 2 bis 3 Meilen. Conon in den Apenninen hat deren 2; und ein Krater, welcher zu der leuchtenden Mondlandschaft des Aristarch gehört, soll in der Breite gar nur 400 Toisen Durchmesser darbieten, genau die Hälfte des von mir trigonometrisch gemessenen Kraters von Rucu-Pichincha im Hochlande von Quito.

Indem wir hier bei Vergleichungen mit uns wohlbekannten irdischen Naturerscheinungen und Größenverhältnissen verweilen, ist es nöthig zu bemerken, daß der größere Theil der Wallebenen und Ringgebirge des Mondes zunächst als Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptions-Erscheinungen im Sinne der Annahme von Leopold von Buch zu betrachten sind. Was wir nach europäischem Maaßstabe groß auf der Erde nennen: die Erhebungs-Krater von Rocca Monfina, Palma, Teneriffa und Santorin; verschwindet freilich gegen Ptolemäus, Hipparch und viele andere des Mondes. Palma giebt nur 3800, Santorin nach Cap. Graves

neuer Meſſung 5200, Teneriffa höchſtens 7600 Toiſen Durchmeſſer: alſo nur $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{6}$ der zwei eben genannten Erhebungs-Krater des Mondes. Die kleinen Krater des Pics von Teneriffa und Veſuvs (drei- bis vierhundert Fuß im Durchmeſſer) würden kaum durch Fernröhre geſehen werden können. Die bei weitem größere Zahl der Ringgebirge hat keinen Centralberg; und wo er ſich findet, wird er als domförmig, oder flach (Hevelius, Macrobius), nicht als Eruptions-Kegel mit Oeffnung, beſchrieben.[47] Der brennenden Vulkane, die man in der Nachtſeite des Mondes geſehen haben will (4 Mai 1783); der Lichterſcheinungen im Plato, welche Bianchini (16 Aug. 1725) und Short (22 April 1751) beobachteten: erwähnen wir hier nur in hiſtoriſchem Intereſſe, da die Quellen der Täuſchung längſt ergründet ſind, und in dem lebhafteren Reflex des Erdenlichts liegen, welches gewiſſe Theile der Oberfläche unſeres Planeten auf die aſchfarbene Nachtſeite des Mondes werfen.[48]

Man hat ſchon mehrmals und gewiß mit Recht darauf aufmerkſam gemacht, daß bei dem Mangel von Waſſer auf dem Monde (auch die Rillen, ſehr ſchmale, meiſt geradlinige Vertiefungen[49], ſind keine Flüſſe) wir uns die Oberfläche deſſelben ohngefähr ſo beſchaffen vorſtellen müſſen, wie es die Erde in ihrem primitiven, älteſten Zuſtande geweſen iſt: als dieſelbe noch unbedeckt war von muſchelreichen Flözſchichten, wie von Gerölle und Schuttland, das durch die fortſchaffende Kraft der Ebbe und Fluth oder der Strömungen verbreitet worden iſt. Sonnen- und Erdfluthen fehlen natürlich da, wo das flüſſige Element mangelt; kaum ſchwache Ueberdeckungen von zerſtörten Reibungs-Conglomeraten ſind denkbar. In unſeren, auf Spalt-

öffnungen gehobenen Bergketten fängt man allmälig auch an partielle Gruppirungen von Höhen, gleichsam eiförmige Becken bildend, hier und da zu erkennen. Wie ganz anders würde uns die Erdoberfläche erscheinen, wenn dieselbe von den Flöz- und Tertiär-Formationen wie von dem Schuttlande entblößt wäre!

Der Mond belebt und verherrlicht, mehr als alle andere Planeten, durch Verschiedenheit seiner Phasen und durch den schnelleren Wechsel seiner relativen Stellung am Sternenhimmel, unter jeglicher Zone den Anblick des Firmaments; er leuchtet erfreuend dem Menschen und (vornehmlich in den Urwäldern der Tropenwelt) den Thieren des Waldes [50]. Der Mond, durch die Anziehungskraft, die er gemeinschaftlich mit der Sonne ausübt, bewegt unsere Oceane, das Flüssige auf der Erde; verändert allmälig durch periodische Anschwellung der Oberfläche und die zerstörenden Wirkungen der Fluth den Umriß der Küsten; hindert oder begünstigt die Arbeit des Menschen; liefert den größten Theil des Materials, aus dem sich Sandsteine und Conglomerate bilden, welche dann wiederum von den abgerundeten, losen Geschieben des Schuttlandes bedeckt sind.[51] So fährt der Mond, als eine der Quellen der Bewegung, fort auf die geognostischen Verhältnisse unseres Planeten zu wirken. Der unbestreitbare[52] Einfluß des Satelliten auf Luftdruck, wässrige Niederschläge und Wolkenzerstreuung wird in dem letzten, rein tellurischen Theile des Kosmos behandelt werden.

Mars.

Durchmesser des Planeten nur 0,519 Theile des Erd-Durchmessers (trotz seines schon beträchtlicheren Abstandes von

der Sonne) oder 892 geogr. Meilen. Excentricität der Bahn 0,0932168: unter den alten Planeten nächst dem Merkur die stärkste, und auch deshalb, wie durch Nähe zur Erde die geeignetste zu Kepler's großer Entdeckung der planetarischen elliptischen Bahnen. Rotation[53] nach Mädler und Wilhelm Beer 24St 37′ 23″. Siderische Umlaufszeit um die Sonne 1 Jahr 321 Tage 17St 30′ 41″. Die Neigung der Marsbahn gegen den Erd-Aequator ist 24° 44′ 24″, die Masse $\frac{1}{2680337}$, die Dichtigkeit in Vergleich mit der der Erde 0,958. Wie die große Annäherung des Enckischen Cometen dazu benutzt worden ist die Masse des Merkur zu ergründen, so wird auch die Masse des Mars einst durch die Störungen berichtigt werden, welche der Comet von de Vico durch ihn erleiden kann.

Die Abplattung des Mars, die (sonderbar genug) der große Königsberger Astronom dauernd bezweifelte, ist zuerst von William Herschel (1784) anerkannt worden. Ueber die Quantität dieser Abplattung aber hat lange Ungewißheit geherrscht. Sie wurde angegeben von William Herschel zu $\frac{1}{16}$; nach Arago's genauerer Messung[54] mit einem prismatischen Fernrohr von Rochon nur: zuerst (vor 1824) im Verhältniß von 189 : 194, d. i. $\frac{1}{38,8}$; in späterer Messung (1847) zu $\frac{1}{32}$; doch ist Arago geneigt die Abplattung noch für etwas größer zu halten.

Wenn das Studium der Mond-Oberfläche an viele geognostische Verhältnisse der Oberfläche unseres Planeten erinnert, so sind dagegen die Analogien, welche Mars mit der Erde darbietet, ganz meteorologischer Art. Außer den dunklen Flecken, von denen einige schwärzlich, andere, aber in sehr geringer Zahl, gelbroth[55], und von der grünlichen

Contraſt-Farbe ſogenannter Seen[56] umgeben ſind; erſcheinen auf der Marsſcheibe noch, ſei es an den Polen, welche die Rotations-Achſe beſtimmt, ſei es nahe dabei an den Kälte-Polen, abwechſelnd zwei weiße, ſchneeglänzende Flecken.[57] Es ſind dieſelben ſchon 1716 von Philipp Maraldi wahrgenommen; doch ihr Zuſammenhang mit klimatiſchen Veränderungen auf dem Planeten iſt erſt von Herſchel dem Vater in dem 74ten Bande der Philosophical Transactions, für 1784, beſchrieben worden. Die weißen Flecken werden wechſelsweiſe größer oder kleiner, je nachdem ein Pol ſich ſeinem Winter oder ſeinem Sommer nähert. Arago hat in ſeinem Polariſcop die Intenſität des Lichtes dieſer Schnee-Zone des Mars gemeſſen, und dieſelbe zweimal größer als die Lichtſtärke der übrigen Scheibe gefunden. In den phyſikaliſch-aſtronomiſchen Beiträgen von Mädler und Beer ſind vortreffliche graphiſche Darſtellungen[58] der Nord- und Süd-Halbkugel des Mars enthalten; und dieſe merkwürdige, im ganzen Planetenſyſtem einzige Erſcheinung iſt darin nach allen Veränderungen der Jahreszeiten und der kräftigen Wirkung des Polar-Sommers auf den wegſchmelzenden Schnee durch Meſſungen ergründet worden. Sorgfältige zehnjährige Beobachtungen haben auch gelehrt, daß die dunklen Marsflecken auf dem Planeten ſelbſt ihre Geſtalt und relative Lage conſtant beibehalten. Die periodiſche Erzeugung von Schneeflecken, als meteoriſchen, von Temperatur-Wechſel abhängigen Niederſchlägen; und einige optiſche Phänomene, welche die dunklen Flecken darbieten, ſobald ſie durch die Rotation des Planeten an den Rand der Scheibe gelangen: machen die Exiſtenz einer Mars-Atmoſphäre mehr als wahrſcheinlich.

Die kleinen Planeten.

Unter dem Namen einer mittleren Gruppe, welche gewiſſermaßen zwiſchen Mars und Jupiter eine ſcheidende Zone für die 4 inneren (Merkur, Venus, Erde, Mars) und die 4 äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) unſres Sonnengebietes bildet, haben wir ſchon in den allgemeinen Betrachtungen[59] über planetariſche Körper die Gruppe der kleinen Planeten (Aſteroiden, Planetoiden, Coplaneten, teleſcopiſchen oder Ultra-Zodiacal-Planeten) bezeichnet. Es hat dieſelbe den abweichendſten Charakter durch ihre in einander verſchlungenen, ſtark geneigten und übermäßig excentriſchen Bahnen; durch ihre außerordentliche Kleinheit, da der Durchmeſſer der Veſta ſelbſt nicht den 4ten Theil des Durchmeſſers des Merkur zu erreichen ſcheint. Als der erſte Band des Kosmos 1845 erſchien, waren nur 4 der kleinen Planeten: Ceres, Pallas, Juno und Veſta, entdeckt von Piazzi, Olbers und Harding (1 Jan. 1801 bis 29 März 1807), bekannt; jetzt (im Juli 1851) iſt die Zahl der kleinen Planeten ſchon auf 14 angewachſen; ſie ſind der Zahl nach der dritte Theil aller gleichzeitig bekannten 43 planetariſchen Körper, d. i. aller Haupt- und Nebenplaneten.

Wenn lange im Sonnengebiete die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen auf Vermehrung der Glieder partieller Syſteme (der Monde, welche um Hauptplaneten kreiſen), und auf die jenſeits des Saturn und Uranus in den fernſten Regionen zu entdeckenden Planeten gerichtet war; ſo bietet jetzt ſeit dem zufälligen Auffinden der Ceres durch Piazzi und beſonders ſeit dem beabſichtigten Auffinden der Aſträa durch Hencke, wie ſeit der großen Vervollkommnung von

Sternkarten[60] (die der Berliner Akademie enthalten alle Sterne bis zur 9ten und theilweise bis zur 10ten Größe) ein uns näherer Weltraum das reichste, vielleicht unerschöpfliche Feld für astronomische Arbeitsamkeit dar. Es ist ein besonderes Verdienst des Astronomischen Jahrbuchs, das in meiner Vaterstadt von Encke, dem Director der Berliner Sternwarte, unter Mitwirkung des Dr. Wolfers, herausgegeben wird, daß darin die Ephemeriden der anwachsenden Schaar von kleinen Planeten mit ganz besonderer Vollständigkeit behandelt werden. Bisher erscheint die der Marsbahn nähere Region allerdings am meisten gefüllt; aber schon die Breite dieser gemessenen Zone ist, „wenn man den Unterschied der Radien-Vectoren in der nächsten Sonnennähe (Victoria) und der weitesten Sonnenferne (Hygiea) ins Auge faßt, beträchtlicher als der Sonnen-Abstand des Mars".[61]

Die Excentricitäten der Bahnen, von denen Ceres, Egeria und Vesta die kleinste, Juno, Pallas und Iris die größte haben, sind, wie die Neigung gegen die Ekliptik, welche von Pallas (34° 37′) und Egeria (16° 33′) bis Hygiea (3° 47′) abnimmt, bereits oben[62] berührt worden. Es folgt hier eingeschaltet die tabellarische Uebersicht der Elemente der Kleinen Planeten, die ich meinem Freunde, Herrn Dr. Galle, verdanke.

Elemente der 14 Kleinen Planeten, für die Zeiten ihrer Oppositionen in der Nähe des Jahres 1851.

	Flora	Victoria	Vesta	Iris	Metis	Hebe	Parthenope	Asträa	Egeria	Irene	Juno	Ceres	Pallas	Hygiea
E	1852 März 24	1850 Oct. 0	1851 Juni 9	1851 Oct. 1	1851 Febr. 8	1851 Juli 12	1851 Oct. 22,0	1851 Apr. 29,5	1852 März 15,0	1851 Juli 1,0	1851 Juni 11,5	1851 Dec. 30,0	1851 Nov. 5,0	1851 Sept. 2
L	174° 45′	342° 18′	256° 38′	18° 36′	126° 28′	311° 39′	17° 51′	197° 37′	162° 29′	234° 15′	276° 0′	105° 33′	72° 35′	356° 4
π	32 51	301 57	250 32	41 22	71 7	15 17	317 5	135 43	118 17	179 10	54 20	147 59	121 23	228
Ω	110 21	235 28	103 22	259 44	68 29	138 31	124 59	141 28	43 18	86 51	170 55	80 49	172 45	287 3
i	5 53	8 23	7 8	5 28	5 36	14 47	4 37	5 19	16 33	9 6	13 3	10 37	34 37	3 4
μ	1086″,04	994″,51	977″,90	963″,03	962″,58	939″,65	926″,22	857″,50	854″,96	853″,77	813″,88	770″,75	768″,43	634″,2
a	2,2018	2,3349	2,3612	2,3855	2,3862	2,4249	2,4483	2,5774	2,5825	2,5849	2,6687	2,7673	2,7729	3,151
e	0,15679	0,21792	0,08892	0,23239	0,12229	0,20186	0,09789	0,18875	0,08627	0,16786	0,25586	0,07647	0,23956	0,1009
U	1193^{T}	1303^{T}	1325^{T}	1346^{T}	1346^{T}	1379^{T}	1399^{T}	1511^{T}	1516^{T}	1518^{T}	1592^{T}	1681^{T}	1687^{T}	2043^{T}

Es bedeutet: E die Epoche der mittleren Länge in mittlerer Berliner Zeit, L die mittlere Länge in der Bahn, π d Länge des Perihels, Ω die Länge des aufsteigenden Knotens, i die Neigung gegen die Ekliptik, μ die mittlere tägliche sideris Bewegung, a die halbe große Axe, e die Excentricität, U die sideriſche Umlaufszeit in Tagen. — Die Längen beziehen sich a das Aequinoctium der Epoche.

Das gegenseitige Verhalten der Asteroiden-Bahnen und die Aufzählung der einzelnen Bahnpaare ist der Gegenstand scharfsinniger Untersuchungen zuerst (1848) von Gould[63], ganz neuerlich von d'Arrest geworden. „Es scheint", sagt der Letztere, „am meisten für die innige Verbindung der ganzen Gruppe kleiner Planeten zu zeugen, daß, wenn man sich die Bahnen in ihren natürlichen Verhältnissen körperlich wie Reifen dargestellt denkt, sie alle dergestalt in einander hangen, daß man vermittelst einer beliebigen die ganze Gruppe herausheben könnte. Wäre Iris, welche Hind im August 1847 auffand, uns zufällig noch unbekannt, wie gewiß noch viele andere Weltkörper in jener Region es sind, so bestände die Gruppe aus zwei gesonderten Theilen: — ein Ergebniß, das um so unerwarteter erscheinen muß, als die Zone weit ist, welche diese Bahnen im Sonnensysteme erfüllen." [64]

Wir können diesen wundersamen Planetenschwarm nicht verlassen, ohne in dieser fragmentarischen Aufzählung der einzelnen Glieder des Sonnengebietes der kühnen Ansicht eines vielbegabten, tiefforschenden Astronomen über den Ursprung der Asteroiden und ihrer einander durchschneidenden Bahnen zu erwähnen. Ein aus den Rechnungen von Gauß gezogenes Ergebniß, daß Ceres bei ihrem aufsteigenden Durchgang durch die Ebene der Pallasbahn diesem letzteren Planeten überaus nahe kommt, leitete Olbers auf die Vermuthung: „es könnten beide Planeten, Ceres und Pallas, Fragmente eines einzigen, durch irgend eine Naturkraft zerstörten, vormals die weite Lücke zwischen Mars und Jupiter ausfüllenden, großen Hauptplaneten sein; und man habe in derselben Region einen Zuwachs von ähnlichen Trümmern, die eine elliptische Bahn um die Sonne beschreiben, zu erwarten." [65]

Die Möglichkeit, die Epoche einer solchen Weltbegebenheit, welche zugleich die Epoche der Entstehung der Kleinen Planeten sein soll, durch Rechnung zu bestimmen, bleibt bei der Verwickelung, welche die jetzt schon bekannte große Zahl der „Trümmer", die Secular-Verrückungen der Apsiden und die Bewegung der Knotenlinien erzeugen, auch annäherungsweise mehr als zweifelhaft.[66] Olbers bezeichnete die Gegend der Knotenlinie der Ceres- und Pallasbahn als entsprechend dem nördlichen Flügel der Jungfrau und dem Gestirne des Wallfisches. In letzterem wurde allerdings von Harding die Juno, kaum zwei Jahre nach der Entdeckung der Pallas, aber zufällig, bei Construction eines Sterncatalogs, gefunden; in ersterem, nach langem, fünfjährigem, durch die Hypothese geleiteten Suchen, von Olbers selbst die Vesta. Ob diese einzelnen Erfolge hinlänglich sind die Hypothese zu begründen, ist hier nicht der Ort zu entscheiden. Die Cometennebel, in die man anfangs die Kleinen Planeten gehüllt wähnte, sind bei Untersuchungen durch vollkommnere Instrumente verschwunden. Bedeutende Lichtveränderungen, denen die Kleinen Planeten ausgesetzt sein sollten, schrieb Olbers ihrer unregelmäßigen Figur, als „Bruchstücke eines einigen zerstörten Planeten"[67], zu.

Jupiter.

Die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 5,202767 in Theilen des Erd-Abstandes vom Centralkörper. Der wahre mittlere Durchmesser dieses größten aller Planeten ist 19294 geogr. Meilen: also gleich 11,255 Erd-Durchmessern, ohngefähr um $\frac{1}{5}$ länger als der Durchmesser des ferneren Saturn. Siderischer Umlauf um die Sonne $11^{J}\ 314^{T}\ 20^{St}\ 2'\ 7''$.

Die Abplattung des Jupiters ist nach den prismatischen Micrometer-Messungen von Arago, welche 1824 in die Exposition du Système du Monde (p. 38) übergegangen sind, wie 167 : 177, also $\frac{1}{17,7}$; was sehr nahe mit der späteren Arbeit (1839) von Beer und Mädler[68] übereinstimmt, welche die Abplattung zwischen $\frac{1}{18,7}$ und $\frac{1}{21,6}$ fanden. Hansen und Sir John Herschel ziehen $\frac{1}{14}$ vor. Die allerfrüheste Beobachtung der Abplattung von Dominique Cassini ist älter als das Jahr 1666, wie ich schon an einem anderen Orte in Erinnerung gebracht. Dieser Umstand hat eine besondre historische Wichtigkeit wegen des Einflusses, welchen nach Sir David Brewster's scharfsinniger Bemerkung die von Cassini erkannte Abplattung auf Newton's Ideen über die Figur der Erde ausgeübt hat. Die Principia Philosophiae Naturalis zeugen dafür; aber die Zeitepochen, in denen diese Principia und Cassini's Beobachtung über den Aequatorial- und Polar-Durchmesser des Jupiter erschienen, konnten chronologische Zweifel erregen.[69]

Da die Jupitersmasse, nach der Sonnenmasse, das wichtigste Element für das ganze Planetensystem ist, so muß ihre genauere Bestimmung in neuerer Zeit durch Störungen der Juno und Vesta, wie durch Elongation der Jupitertrabanten, besonders des 4ten[70] nach Airy (1834), als eine der folgereichsten Vervollkommnungen der rechnenden Astronomie betrachtet werden. Die Masse des Jupiter ist vergrößert gegen früher, die des Merkur dagegen vermindert worden. Es ist die erstere sammt der Masse der vier Jupitertrabanten $\frac{1}{1047,879}$, während sie Laplace noch zu $\frac{1}{1066,09}$ angab.[71]

Die Rotation des Jupiter ist nach Airy $9^{St}\ 55'\ 21'',3$ mittlerer Sonnenzeit. Dominique Cassini hatte dieselbe

zuerſt 1665 durch einen Flecken, welcher viele Jahre, ja bis 1691, immer von gleicher Farbe und in gleichem Umriß ſichtbar war[72], zwiſchen 9^h 55′ und 9^h 56′ gefunden. Die meiſten dieſer Flecken ſind von größerer Schwärze als die Streifen des Jupiter. Sie ſcheinen aber nicht der Oberfläche des Planeten ſelbſt anzugehören, da ſie bisweilen, beſonders die den Polen näher liegenden, eine andere Rotationszeit als die der Aequatorial-Gegend gegeben haben. Nach einem ſehr erfahrnen Beobachter, Heinrich Schwabe in Deſſau, ſind die dunklen, ſchärfer begrenzten Flecken mehrere Jahre hinter einander von den beiden den Aequator begrenzenden grauen Gürteln (Streifen) bald dem ſüdlichen, bald dem nördlichen ausſchließend eigenthümlich geweſen. Der Proceß der Fleckenbildung iſt alſo räumlich wechſelnd. Bisweilen (ebenfalls nach Schwabe's Beobachtungen im November 1834) ſind die Jupitersflecken bei einer 280maligen Vergrößerung in einem Fraunhofer'ſchen Fernrohr kleinen mit einem Hofe umgebenen Kernflecken der Sonne ähnlich. Ihre Schwärze iſt aber dann doch geringer als die der Trabanten-Schatten. Der Kern iſt wahrſcheinlich ein Theil des Jupiterskörpers ſelbſt; und wenn die atmoſphäriſche Oeffnung über demſelben Punkte ſtehen bleibt, ſo giebt die Bewegung des Fleckens die wahre Rotation. Sie theilen ſich auch bisweilen wie Sonnenflecken, was ſchon Dominique Caſſini im Jahr 1665 erkannte.

In der Aequatorial-Zone des Jupiter liegen zwei breite Hauptſtreifen oder Gürtel von grauer oder graubrauner Farbe, welche gegen die Ränder blaſſer werden und endlich ganz verſchwinden. Ihre Begrenzungen ſind ſehr ungleich und veränderlich; beide werden durch einen mittleren, ganz hellen Aequatorial-Streifen geſchieden. Auch gegen die beiden Pole hin

ist die ganze Oberfläche mit vielen schmaleren, blasseren, öfter unterbrochenen, selbst fein verzweigten, immer dem Aequator parallelen Streifen bedeckt. „Diese Erscheinungen", sagt Arago, „erklären sich am leichtesten, wenn man eine durch Wolkenschichten theilweise verdichtete Atmosphäre annimmt, in welcher jedoch die über dem Aequator ruhende Region, wahrscheinlich als Folge der Passatwinde, dunstleer und diaphan ist. Weil (wie schon William Herschel in einer Abhandlung annahm, welche im Jahr 1793 in dem 83ten Bande der Philosophical Transactions erschien) die Wolken-Oberfläche ein intensiveres Licht reflectirt als die Oberfläche des Planeten; so muß der Theil des Bodens, welchen wir durch die heitere Luft sehen, minderes Licht haben (dunkler erscheinen) als die, vieles Licht zurückstrahlenden Wolkenschichten. Deshalb wechseln graue (dunkele) und helle Streifen mit einander; die ersteren erscheinen, wenn unter kleinen Winkeln der Visions-Radius des Beobachters schief gegen den Rand des Jupiter gerichtet ist, durch eine größere, dickere Masse und mehr Licht reflectirende Luftschichten gesehen, um so weniger dunkel gefärbt, als sie sich vom Centrum des Planeten entfernen." [73]

Satelliten des Jupiter.

Schon zu Galilei's glänzender Zeit ist die richtige Ansicht entstanden, daß das untergeordnete Planetensystem des Jupiter, vielen Verhältnissen des Raumes und der Zeit nach, ein Bild des Sonnensystems im kleinen darbiete. Diese, damals schnell verbreitete Ansicht, wie die bald darauf entdeckten Phasen der Venus (Februar 1610) haben viel dazu beigetragen dem copernicanischen Systeme allgemeineren Eingang zu verschaffen. Die Vierzahl der Trabanten des

Jupiter ist die einzige Trabantenzahl der äußeren Hauptplaneten, welche (seit der Epoche der ersten Entdeckung [74] durch Simon Marius, am 29 December 1609) in fast drittehalbhundert Jahren keine neuere Entdeckung vermehrt hat.

Die folgende Tabelle enthält nach Hansen die siderischen Umlaufszeiten der Satelliten des Jupiter, ihre mittlere Entfernungen, im Halbmesser des Hauptplaneten ausgedrückt, ihre Durchmesser in geographischen Meilen und ihre Massen als Theile der Jupitermasse:

Satelliten	Umlaufszeit	Entfernung vom Jupiter	Durchmesser in geogr. Meilen	Masse
1	1ᵀ 18ˢᵗ 28′	6,049	529	0,0000173281
2	3 13 14	9,623	475	0,0000232355
3	7 3 43	15,350	776	0,0000884972
4	16 16 32	26,998	664	0,0000426591

Wenn $\frac{1}{1047,879}$ die Masse des Jupiter und der Trabanten ausdrückt, so ist die Masse des Hauptplaneten ohne die Trabanten, $\frac{1}{1048,059}$, nur um etwa $\frac{1}{6000}$ kleiner.

Die Vergleichungen der Größen, Abstände und Excentricität mit anderen Satelliten-Systemen sind bereits oben (Kosmos Bd. III. S. 461—463) gegeben worden. Die Licht-Intensität der Jupitertrabanten ist verschiedenartig und nicht ihrem Volum proportional: da der Regel nach der dritte und der erste, deren Größen-Verhältniß nach den Durchmessern wie 8 : 5 ist, am hellsten erscheinen. Der kleinste und dichteste von allen, der zweite, ist gewöhnlich heller als der größere, vierte, welchen man den lichtschwächsten zu

nennen pflegt. Zufällige (temporäre) Schwankungen der Licht-Intenſität, die auch bemerkt werden, ſind bald Veränderungen der Oberfläche, bald Verdunkelungen in der Atmoſphäre der Jupitersmonde zugeſchrieben worden.[75] Sie ſcheinen übrigens wohl alle ein intenſiveres Licht als der Hauptplanet zu reflectiren. Wenn die Erde zwiſchen Jupiter und der Sonne ſteht, und die Satelliten alſo, ſich von Oſten nach Weſten bewegend, ſcheinbar in den öſtlichen Rand des Jupiter eintreten; ſo verdecken ſie uns in ihrer Bewegung nach und nach einzelne Theile der Scheibe des Hauptplaneten, und werden ſchon bei nicht ſtarker Vergrößerung erkannt, indem ſie ſich leuchtend abheben von jener Scheibe. Die Sichtbarkeit des Satelliten wird um ſo ſchwieriger, je mehr er ſich dem Centrum des Jupiter nähert. Aus dieſer, früh bemerkten Erſcheinung hat ſchon Pound, Newton's und Bradley's Freund, geſchloſſen, daß gegen den Rand hin die Jupitersſcheibe weniger Licht habe als das Centrum. Arago glaubt, daß dieſe, von Meſſier wiederholte Behauptung Schwierigkeiten darbietet, welche erſt durch neue und feinere Beobachtungen gelöſt werden können. Jupiter iſt ohne alle Satelliten geſehen worden von Molineux im November 1681, von Sir William Herſchel am 23 Mai 1802, und zuletzt von Griesbach am 27 Sept. 1843. Eine ſolche Nicht-Sichtbarkeit der Satelliten bezieht ſich aber nur auf den Raum außerhalb der Jupitersſcheibe, und ſteht nicht dem Theorem entgegen, daß alle vier Satelliten nie gleichzeitig verfinſtert werden können.

Saturn.

Die ſideriſche oder wahre Umlaufszeit des Saturn iſt 29 Jahre 166 Tage 23 Stunden 16′ 32″. Sein mittlerer

Durchmeſſer iſt 15507 geogr. Meilen, gleich 9,022 Erd-Durchmeſſern. Die Rotation, aus den Beobachtungen einiger dunkler Flecken (knotenartiger Verdichtungen der Streifen) auf der Oberfläche geſchloſſen [76], iſt 10St 29′ 17″. Einer ſo großen Geſchwindigkeit der Umdrehung um die Achſe entſpricht die ſtarke Abplattung. William Herſchel beſtimmte ſie ſchon 1776 zu $\frac{1}{10,4}$; Beſſel fand nach dreijährigen und mehr unter einander übereinſtimmenden Beobachtungen in der mittleren Entfernung den Polar-Durchmeſſer zu 15″,381; den Aequatorial-Durchmeſſer zu 17″,053; alſo eine Abplattung [77] von $\frac{1}{10,2}$. Der Körper des Planeten hat ebenfalls bandartige Streifen, die aber weniger ſichtbar, wenn gleich etwas breiter als die des Jupiter ſind. Der conſtanteſte derſelben iſt ein grauer Aequatorial-Streifen. Auf dieſen folgen mehrere andere, aber mit wechſelnden Formen, was auf einen atmoſphäriſchen Urſprung deutet. William Herſchel hat ſie nicht immer dem Saturnsringe parallel gefunden; ſie reichen auch nicht bis zu den Polen hin. Die Gegend um die Pole zeigt, was ſehr merkwürdig, einen Wechſel in der Licht-Reflexion, welcher von den Jahreszeiten auf dem Saturn abhängig iſt. Die Polar-Region wird nämlich im Winter heller leuchtend: eine Erſcheinung, welche an die wechſelnde Schnee-Region des Mars erinnert und ſchon dem Scharfblick von William Herſchel nicht entgangen war. Sei nun eine ſolche Zunahme der Licht-Intenſität der temporären Entſtehung von Eis und Schnee, oder einer außerordentlichen Anhäufung von Wolken zuzuſchreiben: immer deutet ſie auf Wirkungen von Temperatur-Veränderungen, auf eine Atmoſphäre. [78]

Die Maſſe des Saturn haben wir bereits oben zu $\frac{1}{3501,6}$

angegeben; sie läßt bei dem ungeheuren Volum des Planeten (sein Durchmesser ist $^4/_5$ des Durchmessers des Jupiter) auf eine sehr geringe und gegen die Oberfläche abnehmende Dichtigkeit schließen. Bei einer ganz homogenen Dichtigkeit ($\frac{76}{100}$ von der des Wassers) würde die Abplattung noch stärker sein.

In der Ebene seines Aequators umgeben den Planeten wenigstens zwei frei schwebende, in einer und derselben Ebene liegende, überaus dünne Ringe. Sie haben eine größere Intensität des Lichts als Saturn selbst, und der äußere Ring ist noch heller als der innere. [79] Die Theilung des, von Huygens 1655 als eines einigen erkannten [80] Ringes wurde wohl schon von Dominique Cassini 1675 gesehen, aber zuerst von William Herschel (1789—1792) genau beschrieben. Den äußeren Ring hat man seit Short mehrfach durch feinere Streifen abgetheilt gefunden, aber diese Linien oder Streifen sind nie sehr constant gewesen. Ganz neuerlich, in den letzten Monaten des Jahres 1850, haben Bond in Cambridge (V. St. von Amerika) durch den großen Refractor von Merz (mit 14zölligem Objective) am 11 November, Dawes bei Maidstone in England am 25 November, also nahe gleichzeitig, zwischen dem zweiten, bisher so genannten inneren Ringe und dem Hauptplaneten einen dritten, sehr matten und lichtschwachen, dunkleren Ring entdeckt. Er ist durch eine schwarze Linie von dem zweiten getrennt, und füllt den dritten Theil des Raumes aus, welchen man zwischen dem zweiten Ringe und dem Körper des Planeten bisher als leer angab und durch welchen Derham kleine Sterne will gesehen haben.

Die Dimensionen des getheilten Saturnsringes sind von Bessel und Struve bestimmt worden. Nach dem Letzteren erscheint uns der äußere Durchmesser des äußersten Ringes in der mittleren

Entfernung des Saturn unter einem Winkel von 40″,09, gleich 38300 geogr. Meilen; der innere Durchmeſſer deſſelben Ringes unter einem Winkel von 35″,29, gleich 33700 geogr. Meilen. Für den äußeren Durchmeſſer des inneren (zweiten) Ringes erhält man 34″,47; für den inneren Durchmeſſer deſſelben Ringes 26″,67. Den Zwiſchenraum, welcher den letztgenannten Ring von der Oberfläche des Planeten trennt, ſetzt Struve zu 4″,34. Die ganze Breite des erſten und zweiten Ringes iſt 3700 Meilen; die Entfernung des Ringes von der Oberfläche des Saturn ohngefähr 5000 Meilen; die Kluft, welche den erſten Ring von dem zweiten trennt und welche der von Dominicus Caſſini geſehene ſchwarze Theilungsſtrich bezeichnet, nur 390 Meilen. Von der Dicke dieſer Ringe glaubt man, daß ſie nicht 20 Meilen überſteige. Die Maſſe der Ringe iſt nach Beſſel $\frac{1}{118}$ der Saturnsmaſſe. Sie bieten einzelne Erhöhungen [81] und Ungleichheiten dar, durch welche man annäherungsweiſe ihre Umdrehungszeit (der des Planeten vollkommen gleich) hat beobachten können. Die Unregelmäßigkeiten der Form offenbaren ſich bei dem Verſchwinden des Ringes, wo gewöhnlich der eine Henkel früher als der andere unſichtbar wird.

Eine ſehr merkwürdige Erſcheinung iſt die von Schwabe zu Deſſau im Sept. 1827 entdeckte, excentriſche Lage des Saturn. Der Saturnsring iſt nicht concentriſch mit der Kugel ſelbſt, ſondern Saturn liegt im Ringe etwas weſtlich. Dieſe Beobachtung iſt von Harding, Struve [82], John Herſchel und South (theilweiſe durch micrometriſche Meſſungen) beſtätigt worden. Kleine, periodiſch ſcheinende Verſchiedenheiten in der Quantität der Excentricität, die ſich aus Reihen correſpondirender Beobachtungen von Schwabe, Harding und

de Vico in Rom ergeben, ſind vielleicht in Oſcillationen des Schwerpunkts des Ringes um den Mittelpunkt des Saturn gegründet. Auffallend iſt, daß ſchon am Ende des 17ten Jahrhunderts ein Geiſtlicher, Gallet zu Avignon, ohne Erfolg verſucht hatte die Aſtronomen ſeiner Zeit auf die excentriſche Lage des Saturn aufmerkſam zu machen.[83] Bei der ſo überaus geringen und nach der Oberfläche abnehmenden Dichtigkeit des Saturn (vielleicht kaum $\frac{3}{5}$ der Dichtigkeit des Waſſers) iſt es ſchwer ſich eine Vorſtellung von dem Molecular-Zuſtande oder der materiellen Beſchaffenheit des Planetenkörpers zu machen; oder gar zu entſcheiden, ob dieſe Beſchaffenheit wirkliche Flüſſigkeit, d. h. Verſchiebbarkeit der kleinſten Theile, oder Starrheit (nach der ſo oft angeführten Analogie von Tannenholz, Bimsſtein, Kork oder eines erſtarrten Flüſſigen, des Eiſes) vorausſetze. Der Aſtronom der Kruſenſtern'ſchen Expedition, Horner, nennt den Saturnsring einen Wolkenzug; er will, daß die Berge des Saturn aus Dampfmaſſen und Dunſtbläschen beſtehen.[84] Die Conjectural-Aſtronomie treibt hier ein freies und erlaubtes Spiel. Ganz anderer Art ſind die ernſten, auf Beobachtung und analytiſchen Calcul gegründeten Speculationen über die Möglichkeit der Stabilität des Saturnsringes von zwei ausgezeichneten amerikaniſchen Aſtronomen, Bond und Peirce.[85] Beide ſtimmen für das Reſultat der Flüſſigkeit, wie für fortdauernde Veränderlichkeit in der Geſtalt und Theilbarkeit des äußeren Ringes. Die Erhaltung des Ganzen iſt von Peirce als von der Einwirkung und Stellung der Satelliten abhängig betrachtet worden: weil ohne dieſe Abhängigkeit, auch bei Ungleichheiten im Ringe, ſich das Gleichgewicht nicht würde erhalten können.

Satelliten des Saturn.

Die fünf älteſten Saturnstrabanten wurden entdeckt zwiſchen den Jahren 1655 und 1684 (Titan, der 6te im Abſtande, von Huygens; und 4 von Caſſini, nämlich: Japetus, der äußerſte aller; Rhea, Tethys und Dione). Auf die 5 älteſten Satelliten folgte 1789 die Entdeckung von zweien, dem Hauptplaneten am nächſten ſtehenden, Mimas und Enceladus, durch William Herſchel. Der 7te Satellit, Hyperion, endlich, der vorletzte im Abſtande, wurde von Bond zu Cambridge (Verein. St.) und von Laſſell zu Liverpool im Sept. 1848 faſt gleichzeitig aufgefunden. Ueber die relative Größe und Verhältniſſe der Abſtände in dieſem Partial-Syſteme iſt ſchon früher verhandelt (Kosmos Bd. I. S. 102 und Bd. III. S. 463). Die Umlaufszeiten und mittleren Entfernungen, letztere in Theilen des Aequatorial-Halbmeſſers des Saturn ausgedrückt, ſind nach den Beobachtungen, die Sir John Herſchel am Vorgebirge der guten Hoffnung [68] zwiſchen 1835 und 1837 angeſtellt, folgende:

Satelliten nach Zeit der Entdeckung	Satelliten nach Abſtänden	Umlaufszeit				Mittlere Entfernung
f	1. Mimas	0T	22St	37′	22″,9	3,3607
g	2. Enceladus	1	8	53	6,7	4,3125
e	3. Tethys	1	21	18	25,7	5,3396
d	4. Dione	2	17	41	8,9	6,8398
c	5. Rhea	4	12	25	10,8	9,5528
a	6. Titan	15	22	41	25,2	22,1450
h	7. Hyperion	22	12	?		28,0000?
b	8. Japetus	79	7	53	40,4	64,3590

Zwiſchen den erſten vier, dem Saturn nächſten Satelliten zeigt ſich ein merkwürdiges Verhältniß der Commenſurabilität der Umlaufszeiten. Die Periode des 3ten Satelliten (Tethys) iſt das Doppelte von der des 1ten (Mimas); der 4te Satellit (Dione) hat die doppelte Umlaufszeit des 2ten (Enceladus). Die Genauigkeit geht bis auf $\frac{1}{800}$ der längeren Periode. Dieſes, nicht beachtete Reſultat iſt mir bereits im November 1845 in Briefen von Sir John Herſchel mitgetheilt worden. Die vier Trabanten des Jupiter zeigen eine gewiſſe Regelmäßigkeit in den Abſtänden: ſie bieten ziemlich nahe die Reihe 3 . 6 . 12 dar. Der 2te iſt vom 1ten in Halbmeſſern des Jupiter entfernt 3,6; der 3te vom 2ten 5,7; der 4te vom 3ten 11,6. Das ſogenannte Geſetz von Titius haben dazu Fries und Challis in allen Satelliten-Syſtemen, ſelbſt in dem des Uranus, nachzuweiſen verſucht. [87]

Uranus.

Die anerkannte Exiſtenz dieſes Weltkörpers, die große Entdeckung von William Herſchel, hat nicht bloß die Zahl der ſeit Jahrtauſenden allein bekannten ſechs Hauptplaneten zuerſt vermehrt und den Durchmeſſer des planetariſchen Sonnengebietes mehr als verdoppelt; ſie hat auch durch die Störungen, die Uranus aus lange unbekannter Ferne erlitt, nach 65 Jahren zu der Entdeckung des Neptun geleitet. Uranus wurde zufällig (13 März 1781) bei der Unterſuchung einer kleinen Sterngruppe in den Zwillingen durch ſeine kleine Scheibe erkannt, welche unter Vergrößerungen von 460- und 932mal weit mehr zunahm, als es der Fall war bei anderen, daneben ſtehenden Sternen. Auch bemerkte

der scharfsinnige, mit allen optischen Erscheinungen so vertraute Entdecker, daß die Licht-Intensität bei starker Vergrößerung in dem neuen Weltkörper beträchtlich abnahm, während sie bei den Fixsternen gleicher (6ter bis 7ter Größe) dieselbe blieb.

Herschel nannte den Uranus, als er seine Existenz anfangs [88] verkündigte, einen Cometen; und erst die vereinten Arbeiten von Saron, Lexell, Laplace und Méchain, welche durch des verdienstvollen Bode's Auffindung (1784) älterer Beobachtungen des Gestirns von Tobias Mayer (1756) und Flamsteed (1690) ungemein erleichtert wurden, haben die elliptische Bahn des Uranus und seine ganz planetarischen Elemente bewundernswürdig schnell festgestellt. Die mittlere Entfernung des Uranus von der Sonne ist nach Hansen 19,18239 oder 396½ Million geogr. Meilen; seine siderische Umlaufszeit 84 Jahre 5☿ 19☌ 41′ 36″; seine Neigung gegen die Ekliptik 0° 46′ 28″; der scheinbare Durchmesser in der mittleren Entfernung von der Erde 9″,9. Seine Masse, welche die ersten Trabanten-Beobachtungen zu $\frac{1}{17918}$ bestimmt hatten, ergiebt sich nach Lamont's Beobachtung nur zu $\frac{1}{24605}$; danach fiele seine Dichtigkeit zwischen die des Jupiter und des Saturn. [89] Eine Abplattung des Uranus wurde schon von Herschel, als derselbe Vergrößerungen von 800- bis 2400mal anwandte, vermuthet. Nach Mädler's Messungen in den Jahren 1842 und 1843 würde sie zwischen $\frac{1}{10.7}$ und $\frac{1}{9.9}$ zu fallen scheinen. [90] Daß die anfangs vermutheten zwei Ringe des Uranus eine optische Täuschung waren, ist von dem, immer so vorsichtig und ausdauernd prüfenden Entdecker selbst erkannt worden.

Satelliten des Uranus.

„Uranus", ſagt Herſchel der Sohn, „iſt von 4, wahrſcheinlich von 5 oder 6 Satelliten umgeben." Es bieten dieſelben eine große, bisher noch nirgends im Sonnenſyſteme aufgefundene Eigenthümlichkeit dar: die nämlich, daß, wenn alle Satelliten (der Erde, des Jupiter, des Saturn), wie auch alle Hauptplaneten ſich von Weſt nach Oſt bewegen und, einige Aſteroiden abgerechnet, nicht viel gegen die Ekliptik geneigt ſind, die, faſt ganz kreisförmige Bahn der Uranustrabanten unter einem Winkel von 78° 58', alſo nahe ſenkrecht, auf der Ekliptik ſteht, und die Trabanten ſelbſt ſich von Oſt nach Weſt bewegen. Bei den Satelliten des Uranus, wie bei denen des Saturn, ſind wohl zu unterſcheiden die Reihung und Nomenclatur der Zählung nach Maaßgabe der Abſtände vom Hauptplaneten, und die Reihung nach Maaßgabe der Epochen der Entdeckung. Von den Uranus-Satelliten wurden zuerſt durch William Herſchel aufgefunden (1787) der 2te und 4te, dann (1790) der 1te und 5te, zuletzt (1794) der 6te und 3te. In den 56 Jahren, welche ſeit der letzten Entdeckung eines Uranus-Satelliten (des 3ten) verfloſſen ſind, iſt oft und mit Ungerechtigkeit an der Exiſtenz von 6 Uranustrabanten gezweifelt worden; Beobachtungen der letzten 20 Jahre haben allmälig erwieſen, wie zuverläſſig der große Entdecker von Slough auch in dieſem Theile der planetariſchen Aſtronomie geweſen iſt. Es ſind bisher wiedergeſehen worden der 1te, 2te, 4te und 6te Satellit des Uranus. Vielleicht darf man auch den 3ten hinzuſetzen, nach der Beobachtung Laſſell's vom 6 Nov. 1848. Wegen der großen Oeffnung ſeines Spiegelteleſcops und der dadurch erlangten Lichtfülle hielt Herſchel der Vater, bei der

Schärfe ſeines Geſichts, unter günſtigen Luftverhältniſſen ſchon eine Vergrößerung von 157 mal für hinlänglich; der Sohn ſchreibt für dieſe ſo überaus kleinen Lichtſcheiben (Lichtpunkte) im allgemeinen eine 300malige Vergrößerung vor. Der 2te und 4te Satellit ſind am früheſten, ſicherſten und häufigſten wiedergeſehen worden von Sir John Herſchel in den Jahren 1828 bis 1834 in Europa und am Vorgebirge der guten Hoffnung, ſpäter von Lamont in München und Laſſell in Liverpool. Der 1te Satellit des Uranus wurde von Laſſell (14 Sept. bis 9 Nov. 1847) und von Otto Struve (8 Oct. bis 10 Dec. 1847), der äußerſte (6te) von Lamont (1 Oct. 1837) aufgefunden. Noch gar nicht wiedergeſehen ſcheint der 5te, nicht befriedigend genug der 3te Satellit. [91] Die hier zuſammengeſtellten Einzelheiten ſind auch deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil ſie von neuem zu der Vorſicht anregen ſogenannten negativen Beweiſen nicht zu viel zu trauen.

Neptun.

Das Verdienſt, eine umgekehrte Störungs-Aufgabe (die: „aus den gegebenen Störungen eines bekannten Planeten die Elemente des unbekannten ſtörenden herzuleiten") erfolgreich bearbeitet und veröffentlicht, ja durch eine kühne Vorherverkündigung die große Entdeckung des Neptun von Galle am 23 Sept. 1846 veranlaßt zu haben; gehört der ſcharfſinnigen Combinationsgabe, der ausdauernden Arbeitſamkeit von Le Verrier. [92] Es iſt, wie Encke ſich ausdrückt, die glänzendſte unter allen Planeten-Entdeckungen, weil rein theoretiſche Unterſuchungen die Exiſtenz und den Ort des neuen Planeten haben vorausſagen laſſen. Die ſo ſchnelle Auffindung ſelbſt iſt durch die vortreffliche akademiſche Berliner Sternkarte von Bremiker begünſtigt worden. [93]

Wenn unter den Abständen der äußeren Planeten von der Sonne der Abstand des Saturn (9,53) fast doppelt so groß als der des Jupiter (5,20), der Abstand des Uranus (19,18) aber mehr als das Doppelte von dem des Saturn ist; so fehlen dagegen dem Neptun (30,04) zur abermaligen (dritten) Verdoppelung der Abstände noch volle 10 Erdweiten, d. i. ein ganzes Drittel von seinem Sonnen-Abstande. Die planetarische Grenze ist dermalen 621 Millionen geographischer Meilen von dem Centralkörper entfernt; durch die Entdeckung des Neptun ist der Markstein unseres planetarischen Wissens um mehr als 223 Millionen Meilen (über 10,8 Abstände der Sonne von der Erde) weiter gerückt. Je nachdem man die Störungen erkennt, welche der jedesmalige letzte Planet erleidet, werden so allmälig andere und andere Planeten entdeckt werden, bis diese wegen ihrer Entfernung aufhören unsren Fernröhren sichtbar zu sein. [94]

Nach den neuesten Bestimmungen ist die Umlaufszeit des Neptun 60126,7 Tage oder 164 Jahre und 226 Tage, und seine halbe große Axe 30,03628. Die Excentricität seiner Bahn, nächst der der Venus die kleinste, ist 0,00871946; seine Masse $\frac{1}{14446}$; sein scheinbarer Durchmesser nach Encke und Galle 2″,70, nach Challis sogar 3″,07: was die Dichtigkeit im Verhältniß zu der der Erde zu 0,230, also größer als die des Uranus (0,178), giebt. [95]

Dem Neptun wurde, bald nach der ersten Entdeckung durch Galle, von Lassell und Challis ein Ring zugeschrieben. Der Erstere hatte eine Vergrößerung von 567 mal angewandt, und versucht die große Neigung des Ringes gegen die Ekliptik zu bestimmen; aber spätere Untersuchungen haben bei

Neptun, wie lange vorher bei Uranus, den Glauben an einen Ring vernichtet.

Ich berühre aus Vorsicht kaum in diesem Werke die, allerdings früheren, aber unveröffentlichten und durch einen anerkannten Erfolg nicht gekrönten Arbeiten des so ausgezeichneten und scharfsinnigen englischen Geometers, Herrn J. C. Adams von St. John's College zu Cambridge. Die historischen Thatsachen, welche sich auf diese Arbeiten und auf Le Verrier's und Galle's glückliche Entdeckung des neuen Planeten beziehn, sind in zwei Schriften: von dem Astronomer royal Airy und von Bernhard von Lindenau, umständlich, partheilos und nach sicheren Quellen entwickelt worden.[96] Geistige Bestrebungen, fast gleichzeitig auf dasselbe wichtige Ziel gerichtet, bieten in rühmlichem Wettkampfe ein um so lebhafteres Interesse dar, als sie durch die Wahl der angewandten Hülfsmittel den dermaligen glänzenden Zustand des höheren mathematischen Wissens bezeugen.

Satelliten des Neptun.

Wenn in den äußeren Planeten die Existenz eines Ringes bis jetzt sich nur ein einziges Mal darbietet, und seine Seltenheit vermuthen läßt, daß die Entstehung und Bildung einer materiellen losen Umgürtung von dem Zusammentreffen eigener, schwer zu erfüllender, Bedingnisse abhängt; so ist dagegen die Existenz von Satelliten, welche die äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus) begleiten, eine um so allgemeinere Erscheinung. Lassell erkannte schon Anfangs August 1847 mit Sicherheit[97] den ersten Neptunstrabanten in seinem großen 20füßigen Reflector mit 24zölliger Oeffnung. Otto Struve[98] zu Pulkowa

(11 Sept. bis 20 Dec. 1847) und Bond [99], der Director der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, (16 Sept. 1847) bestätigten Lassell's Entdeckung. Die Pulkowaer Beobachtungen gaben: die Umlaufszeit des Neptunstrabanten zu $5^{\mathfrak{T}}\ 21^{\mathfrak{St}}\ 7'$, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik zu $34^0\ 7'$, die Entfernung vom Mittelpunkt des Hauptplaneten zu 54000 geogr. Meilen, die Masse zu $\frac{1}{14506}$. Drei Jahre später (14 August 1850) entdeckte Lassell einen zweiten Neptunstrabanten, auf welchen er 628malige Vergrößerungen anwandte. [100] Diese letzte Entdeckung ist, glaube ich, bisher noch nicht von andern Beobachtern bestätigt worden.

Anmerkungen.

[1] (S. 489.) Kosmos Bd. III. S. 389 und 411 Anm. 19 und 20.

[2] (S. 489.) Vergl. die Beobachtungen des ſchwediſchen Mathematikers Bigerus Waſſenius zu Gothenburg während der totalen Sonnenfinſterniß des 2 Mai 1733, und den Commentar dazu von Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1846 p. 441 und 462. Dr. Galle, welcher am 28 Juli 1851 zu Frauenburg beobachtete, ſah „das frei ſchwebende Wölkchen durch drei oder noch mehr Faſern mit der hakenförmigen (gekrümmten) Gibboſität verbunden".

[3] (S. 489.) Vergl., was ein ſehr geübter Beobachter, der Schiffscapitän Bérard, am 8 Juli 1842 in Toulon beobachtete. »Il vit une bande rouge très mince, dentelée irrégulièrement«; a. a. O. p. 416.

[4] (S. 490.) Dieſer Umriß des Mondes, während der totalen Sonnenfinſterniß am 8 Juli 1842 von 4 Beobachtern genau erkannt, war vorher bei ähnlichen Sonnenfinſterniſſen noch nie beſchrieben worden. Die Möglichkeit des Sehens von einem äußeren Mond-Umriſſe ſcheint abhängig von dem Lichte, welches die dritte, äußerſte Umhüllung der Sonne und der Lichtring (die Strahlenkrone) geben. »La lune se projette *en partie* sur l'atmosphère du Soleil. Dans la portion de la lunette où l'image de la lune se forme, il n'y a que la lumière provenant de l'atmosphère terrestre. La lune ne fournit rien de sensible et, semblable à un écran, elle arrête tout ce qui provient de plus loin et lui correspond. En dehors de cette image, et précisément à partir de son bord, le champ est éclairé *à la fois* par la lumière de l'atmosphère terrestre et par la *lumière de l'atmosphère solaire.* Supposons que ces deux lumières réunies forment un total plus fort de $\frac{1}{60}$ que la lumière atmosphérique terrestre, et, dès ce moment, le bord de la lune sera visible. Ce genre de vision peut

prendre le nom de *vision négative;* c'est en effet par une *moindre intensité* de la portion du champ de la lunette où existe l'image de la lune, que le *contour* de cette image est aperçu. Si l'image était *plus intense* que le reste du champ, la vision serait positive.« Arago a. a. O. p. 384. (Vergl. auch über dieſen Gegenſtand Kosmos Bd. III. S. 70 und 114 Anm. 19.)

[5] (S. 490.) Kosmos Bd. III. S. 383—386.

[6] (S. 490.) Lepſius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 92—96.

[7] (S. 490.) Kosmos Bd. III. S. 469 Anm. 13.

[8] (S. 490.) A. a. O. Bd. II. S. 258.

[9] (S. 490.) Lalande in den Mém. de l'Acad. des Sciences pour 1766 p. 498; Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II. p. 320.

[10] (S. 491.) Kosmos Bd. III. S. 468.

[11] (S. 491.) Bei dem Merkur-Durchgange vom 4 Mai 1832 fanden Mädler und Wilhelm Beer (Beiträge zur phyſ. Kenntniß der himmliſchen Körper 1841 S. 145) den Durchmeſſer des Merkur 583 Meilen; aber in der Ausgabe der Aſtronomie von 1849 hat Mädler das Beſſel'ſche Reſultat vorgezogen.

[12] (S. 492.) Laplace, Exposition du Syst. du Monde 1824 p. 209. Der berühmte Verfaſſer geſteht aber ſelbſt, daß zur Beſtimmung der Merkurmaſſe er ſich gegründet habe auf die »hypothèse très précaire qui suppose les densités de Mercure et de la Terre réciproques à leur moyenne distance du Soleil.« — Ich habe weder der 58000 Fuß hohen Bergzüge auf der Merkurſcheibe, die Schröter gemeſſen haben will und die ſchon Kaiſer (Sternenhimmel 1850 § 57) bezweifelt; noch der von Lemonnier und Meſſier (Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18me siècle p. 222) behaupteten Sichtbarkeit einer Merkur-Atmoſphäre, während der Durchgänge vor der Sonne; noch der vorübergehenden Wolkenzüge und Oberflächen-Verdunkelung auf dem Planeten erwähnen mögen. Bei dem Durchgange, den ich in Peru am 8 November 1802 beobachtete, bin ich ſehr auf die Schärfe des Umriſſes des Planeten während des Austritts aufmerkſam geweſen, habe aber nichts von einer Umhüllung bemerkt.

[13] (S. 492.) „Der Ort der Venusbahn, in welchem der Planet uns in dem hellſten Lichte erſcheinen kann, ſo daß er ſelbſt mit

unbewaffnetem Auge am Mittag zu ſehen iſt, liegt zwiſchen der unteren Conjunction und der größten Digreſſion, nahe bei der letzten, nahe dem Abſtande von 40° von der Sonne oder von dem Orte der unteren Conjunction. Im Mittel erſcheint Venus in ihrem ſchönſten Lichte, 40° öſtlich und weſtlich von der Sonne entfernt, wenn ihr ſcheinbarer Durchmeſſer, welcher in der unteren Conjunction bis auf 66″ anwachſen kann, nur etwa 40″ hat, und wenn die größte Breite ihrer beleuchteten Phaſe kaum 10″ mißt. Die Erdnähe giebt dann der ſchmalen Lichtſichel ein ſo intenſives Licht, daß ſie in der Abweſenheit der Sonne Schatten wirft.“ Littrow, theoriſche Aſtronomie 1834 Th. II. S. 68. — Ob Copernicus die Nothwendigkeit einer künftigen Entdeckung von Venus-Phaſen vorherverkündigt hat, wie in Smith's Opties, Sect. 1050, und in vielen anderen Schriften wiederholt behauptet wird, iſt neuerlichſt durch Profeſſor de Morgan's genauere Unterſuchung von dem Werke de Revolutionibus, wie es auf uns gekommen, überaus zweifelhaft geworden. S. den Brief von Adams an Rev. R. Main vom 7 Sept. 1846 in Rep. of the Royal Astron. Soc. Vol. VII. No. 9 p. 142. (Vergl. auch Kosmos Bd. II. S. 362.)

[14] (S. 493.) Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 256—258. Das Reſultat von Bianchini iſt vertheidigt worden von Huſſey und Flaugergues; auch Hanſen, deſſen Autorität mit Recht ſo groß iſt, hielt es bis 1836 für das wahrſcheinlichere (Schumacher's Jahrb. für 1837 S. 90).

[15] (S. 494.) Arago über die Lilienthaler merkwürdige Beobachtung des 12 Aug. 1790 im Annuaire pour 1842 p. 539. (»Ce qui favorise aussi la probabilité de l'existence d'une atmosphère qui enveloppe Vénus, c'est le résultat optique obtenu par l'emploi d'une lunette prismatique. L'intensité de la lumière de l'intérieur du croissant est sensiblement plus faible que celle des points situés dans la partie circulaire du disque de la planète.« Arago, Handſchriften von 1847.)

[16] (S. 494.) Wilhelm Beer und Mädler, Beiträge zur phyſiſchen Kenntniß der himmliſchen Körper S. 148. Der ſogenannte Venusmond, den Fontana, Dominicus Caſſini und Short wollen erkannt haben, für den Lambert Tafeln berechnete, und der in Crefeld (Berliner Jahrbuch 1778 S. 186) volle

3 Stunden nach dem Austritt der Venus in dem Mittelpunkt der Sonnenscheibe soll gesehen worden sein; gehört zu den astronomischen Mythen einer unkritischen Zeit.

[17] (S. 494.) Philos. Transact. 1795 Vol. 86, p. 214.

[18] (S. 496.) Kosmos Bd. III. S. 103 und 133 Anm. 73.

[19] (S. 496.) »La lumière de la lune est jaune, tandis que celle de Vénus est blanche. Pendant le jour la lune paraît blanche, parce qu'à la lumière du disque lunaire se mêle la lumière bleue de cette partie de l'atmosphère que la lumière jaune de la lune traverse.« Arago in Handschr. von 1847. Die am meisten brechbaren Farben im Spectrum, von Blau bis Violett, ergänzen sich, Weiß zu bilden, mit den weniger brechbaren, von Roth bis Grün. (Kosmos Bd. III. S. 309 Anm. 19.)

[20] (S. 497.) Forbes on the refraction and polarisation of Heat in den Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XIII. 1836 p. 131.

[21] (S. 497.) Lettre de Mr. Melloni à Mr. Arago sur la puissance calorifique de la lumière de la Lune in den Comptes rendus T. XXII. 1846 p. 541—544. Vergl. auch wegen der historischen Angaben den Jahresbericht der physikalischen Gesellschaft zu Berlin Bd. II. S. 272. — Merkwürdig genug hat es mir immer geschienen, daß von den frühesten Zeiten her, wo Wärme nur durch das Gefühl bestimmt wurde, der Mond zuerst die Idee erregt hat, daß Licht und Wärme getrennt gefunden werden könnten. Bei den Indern heißt im Sanskrit der Mond als König der Sterne der kalte (sîtala, hima), auch der kaltstrahlende (himân'su), während die Sonne mit ihren Strahlenhänden ein Schöpfer der Wärme (nidâghakara) heißt. Die Flecken des Mondes, in denen westliche Völker ein Gesicht zu erkennen glauben, stellen nach indischer Ansicht ein Reh oder einen Hasen vor: daher die Sanskritnamen des Mondes Rehträger (mrigadhara) oder Hasenträger ('sa'sabhrit). Schütz, fünf Gesänge des Bhatti-Kâvya 1837 S. 19—23. — Bei den Griechen wird geklagt (Plutarch in dem Gespräche de facie quae in orbe Lunae apparet, Moralia ed. Wyttenbach T. IV. Oxon. 1797 p. 793): „daß das Sonnenlicht, von dem Monde reflectirt, alle Wärme verliere, so daß uns nur schwache Reste davon überkommen." In Macrobius (Comm. in Somnium

Scip. I. 19 ed. Lud. Janus 1848 p. 105) heißt es: »Luna speculi instar lumen quo illustratur.... rursus emittit, nullum tamen ad nos perferentem sensum caloris: quia lucis radius, cum ad nos de origine sua, id est de Sole, pervenit, naturam secum ignis de quo nascitur devehit; cum vero in lunae corpus infunditur et inde resplendet, solam refundit claritatem, non calorem.« (Eben so Macrob. Saturnal. lib. VII cap. 16, ed. Bip. T. II. p. 277.)

[22] (S. 498.) Mädler, Astr. § 112.

[23] (S. 498.) S. Lambert sur la lumière cendrée de la Lune in den Mém. de l'Acad. de Berlin Année 1773 p. 46: »la Terre, vue des planètes, pourra paroître d'une lumière verdâtre, à peu près comme Mars nous paroît d'une couleur rougeâtre.« Wir wollen darum nicht mit dem scharfsinnigen Manne die Vermuthung aufstellen, daß der Planet Mars mit einer rothen Vegetation, wie mit rosenrothen Gebüschen der Bougainvillaea (Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 334) bedeckt sei. — „Wenn in Mittel-Europa der Mond kurz vor dem Neumonde in den Morgenstunden am Osthimmel steht, so erhält er das Erdlicht hauptsächlich von den großen Plateau-Flächen Asiens und Afrika's. Steht der Mond aber nach dem Neumonde Abends in Westen, so kann er nur den Reflex von dem schmaleren amerikanischen Continent und hauptsächlich von dem weiten Oceane in geringerer Menge empfangen." Wilhelm Beer und Mädler, der Mond nach seinen kosmischen Verhältnissen § 106 S. 152.

[24] (S. 498.) Séance de l'Académie des Sciences le 5 Août 1833: »Mr. Arago signale la comparaison de l'intensité lumineuse de la portion de la lune que les rayons solaires éclairent directement, avec celle de la partie du même astre qui reçoit seulement les rayons réfléchis par la terre. Il croit d'après les expériences qu'il a déjà tentées à cet égard, qu'on pourra, avec des instrumens perfectionnés, saisir dans la *lumière cendrée* les différences de l'éclat plus ou moins nuageux de l'atmosphère de notre globe. Il n'est donc pas impossible, malgré tout ce qu'un pareil résultat exciterait de surprise au premier coup d'oeil, qu'un jour les météorologistes aillent puiser dans l'aspect de la lune des notions précieuses sur *l'état moyen* de diaphanité de l'atmosphère terrestre, dans les hémisphères qui successivement concourent à la production de la lumière cendrée.«

[25] (S. 499.) Venturi, Essai sur les ouvrages de Léonard de Vinci 1797 p. 11.

[26] (S. 499.) Kepler, Paralip. vel Astronomiae pars optica 1604 p. 297.

[27] (S. 500.) »On conçoit que la vivacité de la lumière rouge ne dépend pas uniquement de l'état de l'atmosphère, qui réfracte, plus ou moins affaiblis, les rayons solaires, en les infléchissant dans le cône d'ombre, mais qu'elle est modifiée surtout par la transparence variable de la partie de l'atmosphère à travers laquelle nous apercevons la lune éclipsée. Sous les Tropiques, une grande sérénité du ciel, une dissémination uniforme des vapeurs diminuent l'extinction de la lumière que le disque lunaire nous renvoie.« Humboldt, Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 544 und Recueil d'Observ. astronomiques Vol. II. p. 145. (Arago bemerkt: »Les rayons solaires arrivent à notre satellite par l'effet d'une réfraction et à la suite d'une absorption dans les couches les plus basses de l'atmosphère terrestre; pourraient-ils avoir une autre teinte que le rouge?« Annuaire pour 1842 p. 528.)

[28] (S. 500.) Babinet erklärt die Röthung für eine Folge der Diffraction in einer Notiz über den verschiedenen Antheil des weißen, blauen und rothen Lichtes, welches sich bei der Inflexion erzeugt; s. dessen Betrachtungen über die Total-Finsterniß des Mondes vom 19 März 1848 in Moigno's Répertoire d'Optique moderne 1850 T. IV. p. 1656. »La lumière diffractée qui pénètre dans l'ombre de la terre, prédomine toujours et même a été seule sensible. Elle est d'autant plus rouge ou orangée qu'elle se trouve plus près du centre de l'ombre géométrique; car ce sont les rayons les moins réfrangibles qui se propagent le plus abondamment par diffraction, à mesure qu'on s'éloigne de la propagation en ligne droite.« Die Phänomene der Diffraction finden, nach den scharfsinnigen Untersuchungen von Magnus (bei Gelegenheit einer Discussion zwischen Airy und Faraday), auch im luftleeren Raume statt. Vergl. über die Erklärungen durch Diffraction im allgemeinen Arago im Annuaire pour 1846 p. 452—455.

[29] (S. 500.) Plutarch (de facie in orbe Lunae), Moral. ed. Wyttenb. T. IV. p. 780—783: „Die feurige, kohlenartig

glimmende (ἀνθρακοειδής) Farbe des verfinſterten Mondes (um die Mitternachtsſtunde) iſt, wie die Mathematiker behaupten, ſchon des Wechſels wegen von Schwarz in Roth und Bläulich, keineswegs als eine der erdigen Oberfläche des Planeten eigenthümliche Beſchaffenheit zu betrachten.“ Auch Dio Caſſius (LX, 26; ed. Sturz T. III. p. 779), der ſich ausführlich mit den Mondfinſterniſſen überhaupt, und mit merkwürdigen Edicten des Kaiſers Claudius, welche die Dimenſion des verfinſterten Theiles vorherverkündigten, viel beſchäftigt, macht auf die ſo verſchiedene Färbung des Mondes während der Conjunction aufmerkſam. „Groß“, ſagt er (LXV, 11; T. IV. p. 185 Sturz), „ward die Verwirrung im Lager des Vitellius bei der in derſelben Nacht eintretenden Finſterniß. Doch nicht ſowohl die Finſterniß an ſich, obgleich ſie bei mangelnder Geiſtesruhe unglückbedeutend erſcheinen kann, als vielmehr der Umſtand, daß der Mond in blutrother, ſchwarzer und anderen traurigen Farben ſpielte, erfüllte die Seele mit bangen Beſorgniſſen.“

[30] (S. 500.) Schröter, ſelenotopographiſche Fragmente Th. I. 1791 S. 668, Th. II. 1802 S. 52.

[31] (S. 501.) Beſſel über eine angenommene Atmoſphäre des Mondes, in Schumacher's Aſtron. Nachr. No. 263 S. 416—420. Vergl. auch Beer und Mädler, der Mond § 83 und 107, S. 133 und 153; wie Arago im Annuaire pour 1846 p. 346—353. Der ſo oft angeführte, von dem beſſeren oder ſchlechteren Erkennen kleiner Oberflächen-Geſtaltungen hergenommene Beweis der Wirklichkeit einer Mondluft, und „der in den Thälern umherziehenden Mondnebel“ iſt der unhaltbarſte von allen, wegen der ſtets wechſelnden Beſchaffenheit (Verdunkelung und Erhellung) der oberen Schichten unſerer eignen Atmoſphäre. Betrachtungen über die Geſtalt des einen Mondhornes bei der Sonnenfinſterniß am 5 Sept. 1793 hatten William Herſchel auch ſchon gegen die Annahme einer Mond-Atmoſphäre entſcheiden laſſen (Philos. Transact. Vol. LXXXIV. p. 167).

[32] (S. 501.) Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 188.

[33] (S. 501.) Sir John Herſchel (Outlines pag. 247) macht aufmerkſam auf den Eintritt von ſolchen Doppelſternen, die

wegen zu großer Nähe der Individuen, aus denen sie bestehen, nicht im Fernrohr getrennt werden können.

[34] (S. 501.) Plateau sur l'Irradiation, in den Mém. de l'Acad. royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles T. XI. p. 142, und Ergänzungsband zu Poggendorff's Annalen 1842 S. 79—128, 193—232 und 405—443. „Die wahrscheinliche Ursach der Irradiation ist ein durch das Licht erregter Reiz, welcher sich auf der Netzhaut ein wenig über den Umriß des Bildes fortpflanzt."

[35] (S. 501.) Arago in den Comptes rendus T. VIII. 1839 p. 713 und 883. »Les phénomènes d'irradiation signalés par Mr. Plateau sont regardés par Mr. Arago comme les effets des aberrations de réfrangibilité et de sphéricité de l'oeil, combinés avec l'indistinction de la vision, conséquence des circonstances dans lesquelles les observateurs se sont placés. Des mesures exactes prises sur des disques noirs à fond blanc et des disques blancs à fond noir, qui étaient placés au Palais du Luxembourg, visibles à l'Observatoire, n'ont pas indiqué les effets de l'irradiation.«

[36] (S. 502.) Plut. Moral. ed. Wyttenb. T. IV. p. 786—789. Der Schatten des Athos, welchen auch der Reisende Pierre Belon gesehen (Observations de singularités trouvées en Grèce, Asie etc. 1554, livre I chap. 25), traf die eherne Kuh auf dem Marktplatze der Stadt Myrine auf Lemnos.

[37] (S. 502.) Zeugnisse für die Sichtbarkeit dieser vier Gegenstände s. in Beer und Mädler, der Mond S. 241, 338, 191 und 290. Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß alles, was die Topographie der Mondfläche betrifft, aus dem vortrefflichen Werke meiner beiden Freunde entlehnt ist: von denen der zweite, Wilhelm Beer, uns nur zu früh entrissen wurde. Zur leichteren Orientirung ist das schöne Uebersichtsblatt zu empfehlen, welches Mädler 1837, also 3 Jahre nach der großen, aus 4 Blättern bestehenden Mondkarte, herausgegeben hat.

[38] (S. 503.) Plut. de facie in orbe Lunae p. 726—729 Wyttenb. Diese Stelle ist zugleich nicht ohne Interesse für die alte Geographie; s. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 145. Ueber andere Meinungen der Alten s. Anaxagoras und Democritus in Plut. de plac. Philos. II, 25;

Parmenides im Stob. p. 419, 453, 516 und 563 ed. Heeren; Schneider, Eclogae physicae Vol. I. p. 433—443. (Nach einer sehr merkwürdigen Stelle des Plutarch in dem Leben des Nicias cap. 42 hat Anaxagoras selbst, der „den bergreichen Mond eine andere Erde" nennt, eine Zeichnung der Mondscheibe entworfen; vergl. auch Origines, Philosophumena cap. 8, ed. Mülleri 1851 p. 14.) — Ich war einst sehr verwundert, einen sehr gebildeten Perser aus Ispahan, welcher gewiß nie ein griechisches Buch gelesen hatte, als ich ihm in Paris die Mondflecken in einem großen Fernrohr zeigte, die im Text erwähnte Hypothese des Agesianax von der Spiegelung als eine in seinem Vaterlande viel verbreitete anführen zu hören. „Was wir dort im Monde sehen", sagte der Perser, „sind wir selbst; es ist die Karte unserer Erde." Einer der Interlocutoren des Plutarchischen Mond-Gespräches würde sich nicht anders ausgedrückt haben. — Wenn auf dem luft- und wasserleeren Monde Menschen als Bewohner gedacht werden könnten, so würde sich ihnen an dem fast schwarzen Tageshimmel in 14mal größerer Fläche, als die ist, welche uns der Vollmond zuwendet, die rotirende Erde mit ihren Flecken gleich einer Weltkarte und zwar immer an derselben Stelle darbieten. Die stets wechselnden Verdeckungen und Trübungen unsrer Atmosphare würden aber dem geographischen Studium etwas hinderlich sein und die Umrisse der Continente verwischen. Vergl. Mädler's Astr. S. 169 und John Herschel, Outlines § 436.

[39] (S. 504.) Beer und Mädler S. 273.

[40] (S. 505.) Schumacher's Jahrb. für 1841 S. 270.

[41] (S. 506.) Mädler, Astr. S. 166.

[42] (S. 506.) Höchster Gipfel des Himalaya und (bisher!) der ganzen Erde, Kinchin-junga, nach Waugh's neuerer Messung 4406 Toisen oder 28178 englische Fuß (1,16 einer geogr. Meile); höchster Gipfel der Mondberge nach Mädler 3800 Toisen (genau eine geogr. Meile); Durchmesser des Mondes 454, der der Erde 1718 geogr. Meilen: woraus folgt für den Mond $\frac{1}{454}$, für die Erde $\frac{1}{1481}$.

[43] (S. 507.) S. für die 6 Höhen, welche 3000 Toisen übersteigen, Beer und Mädler S. 99, 125, 234, 242, 330 und 331.

[44] (S. 509.) Robert Hooke, Micrographia 1667 Obs. LX p. 242—246. »These seem to me to have been the effects of

some motions within the body of the Moon, analogous to our Earthquakes, by the eruption of which, as it has thrown up a brim or ridge round about, higher than the ambient surface of the Moon, so has it left a hole or depression in the middle, proportionably lower.« Hooke ſagt von ſeinem Verſuche mit boyling alabaster: daß »presently ceasing to boyl, the whole surface will appear all over covered with small pits, exactly shap'd like these of the Moon. — The earthy part of the Moon has been undermin'd or heav'd up by eruptions of vapours, and thrown into the same kind of figured holes as the powder of Alabaster. It is not improbable also, that there may be generated, within the body of the Moon, divers such kind of internal fires and heats, as may produce exhalations.«

[45] (S. 509.) Kosmos Bd. II. S. 508 Anm. 43.

[46] (S. 509.) Beer und Mädler S. 126. Ptolemäus hat 24, Alphons und Hipparch haben 19 Meilen Durchmeſſer.

[47] (S. 510.) Eine Ausnahme ſollen machen Arzachel und Hercules: der erſte mit einem Krater im Gipfel, der zweite mit einem Seiten-Krater. Dieſe geognoſtiſch wichtigen Punkte verdienen neue Unterſuchung mit vollkommneren Inſtrumenten (Schröter, ſelenotopographiſche Fragmente Th. II. tab. 44 und 68 fig. 23). Von Lavaſtrömen, die ſich in tiefen Punkten anhäufen, iſt bisher nie etwas erkannt worden. Die Strahlen, welche vom Ariſtoteles nach 3 Richtungen ausgehen, ſind Hügelketten (Beer und Mädler S. 236).

[48] (S. 510.) A. a. O. S. 151; Arago im Annuaire pour 1842 p. 526. (Vergl. auch Immanuel Kant, Schriften der phyſiſchen Geographie 1839 S. 393—402.) Einer ähnlichen Täuſchung wie die vermeintlichen uns ſichtbaren vulkaniſchen Ausbrüche im Monde gehören an, nach neueren, gründlicheren Unterſuchungen, die beobachteten temporären Veränderungen auf der Oberfläche des Mondes (Entſtehung neuer Centralberge und Krater im Mare Crisium, in Hevelius und Cleomedes). S. Schröter, ſelenotopogr. Fragm. Th. I. S. 412—523, Th. II. S. 268 bis 272. — Die Frage: welches die kleinſten Gegenſtände ſeien, deren Höhe oder Ausdehnung bei dem jetzigen Zuſtande der angewandten Inſtrumente noch gemeſſen werden können? iſt im allgemeinen ſchwer zu beantworten. Nach dem Berichte des Dr. Robinſon über

das herrliche Spiegelteleſcop von Lord Roſſe erkennt man darin mit großer Klarheit Ausdehnungen von 220 Fuß (80 bis 90 yards). Mädler rechnet, daß in ſeinen Beobachtungen noch Schatten von 3 Secunden meßbar waren: was, unter gewiſſen Vorausſetzungen über die Lage eines Berges und die Höhe des Sonnenſtandes, einer Berghöhe von 120 Fuß zugehören würde. Er macht aber zugleich darauf aufmerkſam, daß der Schatten eine gehörige Breite haben müſſe, um ſichtbar und meßbar zu ſein. Der Schatten der großen Pyramide des Cheops würde, nach den bekannten Dimenſionen (Flächenausdehnungen) dieſes Monuments, ſelbſt im Anfangspunkte kaum $\frac{1}{9}$ Secunde breit und alſo unſichtbar ſein. (Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 264.) Arago erinnert, daß mit einer Vergrößerung von 6000mal, die ohnedies nicht mit verhältnißmäßigem Erfolge auf den Mond anzuwenden wäre, die Mondberge uns ohngefähr eben ſo erſcheinen würden als mit bloßem Auge der Montblanc vom Genfer See aus.

[49] (S. 510.) Die Rillen ſind nicht häufig, höchſtens 30 Meilen lang; bisweilen gegabelt (Gaſſendi), ſelten aderartig (Trieſnecker); immer leuchtend; nicht queer über Gebirge hinlaufend, nur den ebneren Landſchaften eigen; an den Endpunkten durch nichts ausgezeichnet, ohne breiter oder ſchmaler zu werden. Beer und Mädler S. 131, 225 und 249.

[50] (S. 511.) S. meinen Aufſatz über das nächtliche Thierleben im Urwalde in den Anſichten der Natur (3te Ausg.) Bd. I. S. 334. — Laplace's Betrachtungen (ich möchte ſie nicht Vorſchläge nennen) zu einem perpetuirlichen Mondſcheine (Exposition du Système du Monde 1824 p. 232) haben in dem Mém. von Liouville sur un cas particulier du problème des trois corps eine Widerlegung gefunden. »Quelques partisans des causes finales«, ſagt Laplace, »ont imaginé que la lune a été donnée à la terre pour l'éclairer pendant les nuits; dans ce cas, la nature n'aurait point atteint le but qu'elle se serait proposé, puisque nous sommes souvent privés à la fois de la lumière du soleil et de celle de la lune. Pour y parvenir, il eût suffi de mettre à l'origine la lune en opposition avec le soleil dans le plan même de l'écliptique, à une distance égale à la centième partie de la distance de la terre au soleil, et de

donner à la lune et à la terre des vitesses parallèles et proportionnelles à leurs distances à cet astre. Alors la lune, sans cesse en opposition au soleil, eût décrit autour de lui une ellipse semblable à celle de la terre; ces deux astres se seraient succédé l'un à l'autre sur l'horizon; et comme à cette distance la lune n'eût point été éclipsée, sa lumière aurait certainement remplacé celle du soleil.« Liouville findet dagegen: »que, si la lune avait occupé à l'origine la position particulière que l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* lui assigne, elle n'aurait pu s'y maintenir que pendant un tems très court.«

[51] (S. 511.) On the transporting power of Tides ſ. Sir Henry de la Beche, Geological Manual 1833 p. 111.

[52] (S. 511.) Arago sur la question de savoir, si la lune exerce sur notre atmosphère une influence appréciable, im Annuaire pour 1833 p. 157—206. Die Hauptgewährsmänner ſind: Scheibler (Unterſuch. über Einfluß des Mondes auf die Veränderungen in unſerer Atmoſphäre 1830 S. 20), Flaugergues (zwanzigjährige Beobachtungen in Viviers; Bibl. universelle, Sciences et Arts T. XL. 1829 p. 265—283, und in Kaſtner's Archiv f. die geſ. Naturlehre Bd. XVII. 1829 S. 32—50) und Eiſenlohr (Poggend. Annalen der Phyſik Bd. XXXV. 1835 S. 141—160 und 309—329). — Sir John Herſchel hält es „für ſehr wahrſcheinlich, daß auf dem Monde eine ſehr hohe Temperatur herrſche (weit über dem Siedepunkt des Waſſers), da die Oberfläche 14 Tage lang ununterbrochen und ungemildert der Sonnenwirkung ausgeſetzt ſei. Der Mond müſſe daher in der Oppoſition oder wenige Tage nachher in einem kleinen Maaße (in some small degree) eine Wärmequelle für die Erde werden; aber dieſe Wärme, von einem Körper ausſtrömend, der weit unter der Temperatur eines brennenden Körper ſei (below the temperature of ignition), könne nicht die Erdfläche erreichen, indem ſie in den oberen Schichten unſeres Luftkreiſes abſorbirt und verbraucht werde, wo ſie ſichtbares Gewölk in durchſichtigen Dampf verwandle.“ Die Erſcheinung der ſchnellen Wolkenzerſtreuung durch den Vollmond bei nicht übermäßiger Wolkenbedeckung wird von Sir John Herſchel „als eine meteorologiſche Thatſache“ betrachtet, „die (ſetzt er hinzu) von Humboldt's eigener Erfahrung und dem

sehr allgemeinen Glauben spanischer Seefahrer in den amerikanischen Tropenmeeren bekräftigt sei." S. Report of the fifteenth meeting of the British Association for the advancement of Science 1846, notices p. 5; und Outlines of Astronomy p. 261.

[53] (S. 512.) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniß des Sonnensystems 1841 S. 113, aus Beobachtungen von 1830 und 1832; Mädler, Astronomie 1849 S. 206. Die erste und beträchtliche Verbesserung der Rotationszeit, welche Dominique Cassini 24St 40′ gefunden, war die Folge mühevoller Beobachtungen von William Herschel (zwischen 1777 und 1781), welche 24St 39′ 21″,7 gaben. Kunowsky fand 1821 24St 36′ 40″, sehr nahe dem Mädler'schen Resultate. Cassini's älteste Beobachtung der Rotation eines Marsfleckens (Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694) scheint bald nach dem Jahre 1670 gewesen zu sein; aber in der sehr seltenen Abhandlung: Kern, Diss. de scintillatione stellarum, Wittenb. 1686, § 8, finde ich als die eigentlichen Entdecker der Mars- und Jupiters-Rotationen angeführt: „Salvator Serra und den Pater Aegidius Franciscus de Cottignez, Astronomen des Collegio Romano«.

[54] (S. 512.) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 36. Schröter's sehr unvollkommene Messungen der Durchmesser der Planeten gaben dem Mars eine Abplattung von nur $\frac{1}{80}$.

[55] (S. 512.) Beer und Mädler, Beiträge S. 111.

[56] (S. 513.) Sir John Herschel, Outlines § 510.

[57] (S. 513.) Beer und Mädler a. a. O. S. 117—125.

[58] (S. 513.) Mädler in Schumacher's Astr. Nachr. No. 192.

[59] (S. 514.) Kosmos Bd. III. S. 427—429. Vergl. über Chronologie der Entdeckungen der Kleinen Planeten S. 426 und 460; ihr Größen-Verhältniß zu den Meteor-Asteroiden (Aërolithen) S. 432; über Kepler's Vermuthung der Existenz eines Planeten in der großen planetarischen Kluft zwischen Mars und Jupiter: eine Vermuthung, welche jedoch auf keine Weise die Entdeckung des ersten der Kleinen Planeten (der Ceres) veranlaßt hat, S. 439—444 und Anm. 31—33 S. 483. Der bittere Tadel,

welchen man gegen einen hochgeachteten Philoſophen ausgeſprochen: „weil er zu einer Zeit, in der er Piazzi's Entdeckung allerdings ſeit 5 Monaten hätte kennen können, ſie aber nicht kannte, nicht ſowohl die Wahrſcheinlichkeit als vielmehr nur die Nothwendigkeit läugnete, daß ein Planet zwiſchen Mars und Jupiter liege"; ſcheint mir wenig gerecht. Hegel in ſeiner im Frühjahr und Sommer 1801 ausgearbeiteten Dissertatio de Orbitis Planetarum behandelt die Ideen der Alten von dem Abſtande der Planeten; und indem er die Reihung anführt, von der Plato im Timäus (pag. 35 Steph.) ſpricht: 1.2.3.4.9.8.27 .... (vergl. Kosmos Bd. III. S. 477 Anm. 21), läugnet er die Nothwendigkeit einer Kluft. Er ſagt bloß: »Quae series *si verior naturae ordo sit*, quam arithmetica progressio, inter quartum et quintum locum magnum esse spatium, neque ibi planetam desiderari apparet.« (Hegel's Werke Bd. XVI. 1834 S. 28, und Hegel's Leben von Roſenkranz 1844 S. 154.) — Kant in ſeiner geiſtreichen Naturgeſchichte des Himmels 1755 äußert bloß, daß bei der Bildung der Planeten Jupiter durch ſeine ungeheure Anziehungskraft an der Kleinheit des Mars ſchuld ſei. Er erwähnt nur einmal und auf eine ſehr unbeſtimmte Weiſe „der Glieder des Sonnenſyſtems, die weit von einander abſtehen und zwiſchen denen man die Zwiſchentheile noch nicht entdeckt hat" (Immanuel Kant, ſämmtliche Werke Th. VI. 1839 S. 87, 110 und 196).

[60] (S. 515.) Ueber den Einfluß vervollkommneter Sternkarten auf Entdeckung der Kleinen Planeten ſ. Kosmos Bd. III. S. 155 und 156.

[61] (S. 515.) D'Arreſt über das Syſtem der Kleinen Planeten zwiſchen Mars und Jupiter 1851 S. 8.

[62] (S. 515.) Kosmos Bd. III. S. 428 und 456.

[63] (S. 517.) Benjamin Abthorp Gould (jetzt zu Cambridge, Maſſachuſetts, Verein. St.), Unterſuchungen über die gegenſeitige Lage der Bahnen zwiſchen Mars und Jupiter 1848 S. 9—12.

[64] (S. 517.) D'Arreſt a. a. O. S. 30.

[65] (S. 517.) Zach, Monatl. Correſp. Bd. VI. S. 88.

[66] (S. 518.) Gauß a. a. O. Bd. XXVI. S. 299.

[67] (S. 518.) Herr Daniel Kirkwood (von der Pottsville Academy) hat geglaubt das Unternehmen wagen zu dürfen, den geplatzten Urplaneten nach Art der urweltlichen Thiere aus fragmentariſchen Ueberreſten wieder herzuſtellen. Er findet demſelben einen Durchmeſſer größer als Mars (von mehr als 1080 geogr. Meilen), und die langſamſte aller Rotationen eines Hauptplaneten: eine Tageslänge von $57^1/_2$ Stunden. Rep. of the British Assoc. 1850 p. XXXV.

[68] (S. 519.) Beer und Mädler, Beiträge zur phyſ. Kenntniß der himml. Körper S. 104—106. Aeltere und unſichrere Beobachtungen von Huſſey gaben ſogar $\frac{1}{24}$. Laplace (Syst. du Monde p. 266) findet theoretiſch bei zunehmender Dichte der Schichten zwiſchen $\frac{1}{24}$ und $\frac{5}{48}$.

[69] (S. 519.) Newton's unſterbliches Werk Philosophiae Naturalis Principia mathematica erſchien ſchon im Mai 1687, und die Schriften der Pariſer Akademie enthalten die Anzeige von Caſſini's Beſtimmung der Abplattung $\left(\frac{1}{15}\right)$ erſt im Jahr 1691: ſo daß Newton, der allerdings die Pendel-Verſuche zu Cayenne von Richer aus der 1679 gedruckten Reiſe kennen konnte, die Geſtalt des Jupiter durch mündlichen Verkehr und die damals ſo regſame briefliche Correſpondenz muß erfahren haben. Vergl. über dies alles und über des Huygens nur ſcheinbar frühe Kenntniß der Richer'ſchen Pendel-Beobachtungen Kosmos Bd. I. S. 420 Anm. 99 und Bd. II. S. 520 Anm. 2.

[70] (S. 519.) Airy in den Mem. of the royal Astron. Soc. Vol. IX. p. 7, Vol. X. p. 43.

[71] (S. 519.) Noch im Jahr 1824 (Laplace a. a. O. p. 207).

[72] (S. 520.) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 754.

[73] (S. 521.) »On sait qu'il existe au-dessus et au-dessous de l'équateur de Jupiter deux bandes moins brillantes que la surface générale. Si on les examine avec une lunette, elles paraissent moins distinctes à mesure qu'elles s'éloignent du centre, et même elles deviennent tout-à-fait invisibles près des bords de la planète. Toutes ces apparences s'expliquent en admettant l'existence d'une atmosphère de nuages interrompue aux environs

de l'équateur par une zone diaphane, produite peut-être par les vents alisés. L'atmosphère de nuages réfléchissant plus de lumière que le corps solide de Jupiter, les parties de ce corps que l'on verra à travers la zone diaphane, auront moins d'éclat que le reste et formeront les bandes obscures. À mesure qu'on s'éloignera du centre, le rayon visuel de l'observateur traversera des épaisseurs de plus en plus grandes de la zone diaphane, en sorte qu'à la lumière réfléchie par le corps solide de la planète s'ajoutera la lumière réfléchie par cette zone plus épaisse. Les bandes seront par cette raison moins obscures en s'éloignant du centre. Enfin aux bords mêmes la lumière réfléchie par la zone vue dans la plus grande épaisseur pourra faire disparaître la différence d'intensité qui existe entre les quantités de lumière réfléchie par la planète et par l'atmosphère de nuages; on cessera alors d'apercevoir les bandes qui n'existent qu'en vertu de cette différence. — On observe dans les pays de montagnes quelque chose d'analogue: quand on se trouve près d'une forêt de sapin, elle paraît noire; mais à mesure qu'on s'en éloigne, les couches d'atmosphère interposées deviennent de plus en plus épaisses et réfléchissent de la lumière. La différence de teinte entre la forêt et les objets voisins diminue de plus en plus, elle finit par se confondre avec eux, si l'on s'en éloigne d'une distance convenable.« (Aus Arago's Vorträgen über Astronomie 1841.)

[74] (S. 522.) Kosmos Bd. II. S. 357—359 und 509 Anm. 44.

[75] (S. 523.) Sir John Herschel, Outlines § 540.

[76] (S. 524.) Die früheſten, ſorgfältigen Beobachtungen von William Herſchel im Nov. 1793 gaben für die Rotation des Saturn $10^h\ 16'\ 44''$. Mit Unrecht iſt dem großen Weltweiſen Immanuel Kant zugeſchrieben worden, er habe in ſeiner geiſtreichen allgemeinen Naturgeſchichte des Himmels 40 Jahre vor Herſchel nach theoretiſchen Betrachtungen die Rotationszeit des Saturn errathen. Die Zahl, die er angiebt, iſt $6^h\ 23'\ 53''$. Er nennt ſeine Beſtimmung „die mathematiſche Berechnung einer unbekannten Bewegung eines Himmelskörpers, welche vielleicht die einzige Vorherverkündigung ihrer Art in der eigentlichen Naturlehre iſt und von den Beobachtungen künftiger Zeiten die

Bestätigung erwartet". Diese Bestätigung des Geahndeten ist gar nicht eingetroffen; Beobachtungen haben einen Irrthum von $\frac{3}{5}$ des Ganzen, d. i. von 4 Stunden, offenbart. Von dem Ringe des Saturn wird in derselben Schrift gesagt: daß „in der Anhäufung von Theilchen, welche ihn bilden, die des inwendigen Randes ihren Lauf in 10 Stunden, die des auswendigen Randes ihn in 15 Stunden verrichten". Die erste dieser Ring-Zahlen steht allein der beobachteten Rotationszeit des Planeten (10 St 29′ 17″) zufällig nahe. Vergl. Kant, sämmtliche Werke Th. VI. 1839 S. 135 und 140.

[77] (S. 524.) Laplace (Expos. du Syst. du Monde p. 43) schätzt die Abplattung $\frac{1}{11}$. Die sonderbare Abweichung des Saturn von der sphäroidalen Figur, nach welcher William Herschel durch eine Reihe mühevoller, und noch dazu mit sehr verschiedenen Fernröhren angestellter Beobachtungen die größte Axe des Planeten nicht im Aequator selbst, sondern in einem den Aequatorial-Durchmesser unter einem Winkel von ohngefähr 45° schneidenden Durchmesser fand, ist durch Bessel nicht bestätigt, sondern irrig befunden worden.

[78] (S. 524.) Arago, Annuaire pour 1842 p. 555.

[79] (S. 525). Auch dieser Unterschied der Licht-Intensität des äußeren und inneren Ringes ist bereits von Dominicus Cassini angegeben worden (Mém. de l'Académie des Sciences Année 1715 p. 13).

[80] (S. 525.) Kosmos Bd. II. S. 359. Die Veröffentlichung der Entdeckung, oder vielmehr der vollständigen Erklärung aller Erscheinungen, welche Saturn und sein Ring darbieten, geschah erst vier Jahre später, im Jahr 1659, im Systema Saturnium.

[81] (S. 526). Solche bergartige Unebenheiten hat neuerlichst wieder Lassell in Liverpool in einem selbstfabricirten 20füßigen Spiegelteleskop erkannt; Rep. of the British Association 1850 p. XXXV.

[82] (S. 526.) Vergl. Harding's kleine Ephemeriden für 1835 S. 100 und Struve in Schum. Astr. Nachrichten No. 139 S. 389.

[83] (S. 527.) Man liest in den Actis Eruditorum pro

anno 1684 p. 424 als Auszug aus dem Systema phaenomenorum Saturni autore Galletio, proposito eccl. Avenionensis: Nonnunquam corpus Saturni *non exacte annuli medium* obtinere visum fuit. Hinc evenit, ut, quum planeta orientalis est, centrum ejus extremitati orientali annuli propius videatur, et major pars ab occidentali latere sit cum ampliore obscuritate.

[84] (S. 527.) Horner in Gehler's neuem phyſik. Wörterbuch Bd. VIII. 1836 S. 174.

[85] (S. 527.) Benjamin Peirce on the constitution of Saturn's Ring in Gould, Astron. Journal 1851 Vol. II. p. 16. »The Ring consists of a stream or of streams of a fluid rather denser than water flowing around the primary.« Vergl. auch Silliman's Amer. Journal, 2d Ser. Vol. XII. 1851 p. 99; und über die Unebenheiten des Ringes, wie über ſtörende und deshalb erhaltende Einwirkungen der Satelliten John Herſchel, Outlines p. 320.

[86] (S. 528.) Sir John Herſchel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope p. 414—430; derſelbe in den Outlines of Astr. p. 650, und über das Geſetz der Abſtände § 550.

[87] (S. 529.) Fries, Vorleſungen über die Sternkunde 1833 S. 325; Challis in den Transact. of the Cambridge Philos. Society Vol. III. p. 171.

[88] (S. 530.) William Herſchel, Account of a Comet, in den Philos. Transact. for 1781 Vol. LXXI. p. 492.

[89] (S. 530.) Kosmos Bd. III. S. 445.

[90] (S. 530.) Mädler in Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 493. (Vergl. über die Abplattung des Uranus Arago, Annuaire pour 1842 p. 577—579.)

[91] (S. 530.) Vergl. für die Beobachtungen von Laſſell zu Starfield (Liverpool) und von Otto Struve Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 43—47 und 135—139, auch Schum. Aſtr. Nachr. No. 623 S. 365.

[92] (S. 532.) Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Geſch. der Neptuns-Entdeckung, im Ergänz. Heft zu Schum. Aſtr. Nachr. 1849 S. 17.

[93] (S. 532.) Aſtron. Nachr. No. 580.

[94] (S. 533.) Le Verrier, Recherches sur les mouvemens de la Planète Herschel 1846 in der Connaissance des temps pour l'an 1849 p. 254.

[95] (S. 533.) Das, sehr wichtige Element der Masse des Neptun ist allmälig gewachsen von $\frac{1}{20697}$ nach Adams, $\frac{1}{19640}$ nach Peirce, $\frac{1}{19400}$ nach Bond und $\frac{1}{18780}$ nach John Herschel, $\frac{1}{15480}$ nach Lassell auf $\frac{1}{14446}$ nach Otto und August Struve. Das letzte, Pulkowaer Resultat ist in den Text aufgenommen worden.

[96] (S. 534.) Airy in den Monthly Notices of the Royal Astr. Soc. Vol. VII. No. 9 (Nov. 1846) p. 121—152; Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Gesch. der Neptuns-Entdeckung S. 1—32 und 235—238. — Le Verrier, von Arago dazu aufgefordert, fing im Sommer 1845 an die Uranus-Theorie zu bearbeiten. Die Ergebnisse seiner Untersuchung legte er dem Institut am 10 Nov. 1845, am 1 Juni, 31 Aug. und 5 Oct. 1846 vor, und veröffentlichte zugleich dieselben; die größte und wichtigste Arbeit Le Verrier's, welche die Auflösung des ganzen Problems enthält, erschien aber in der Connaissance des temps pour l'an 1849. Adams legte, ohne etwas dem Druck zu übergeben, die ersten Resultate, die er für den störenden Planeten erhalten hatte, im September 1845 dem Prof. Challis, und mit einiger Abänderung im October desselben Jahres dem Astronomer royal vor, ohne etwas zu veröffentlichen. Der Letztere empfing mit neuen Correctionen, welche sich auf eine Verminderung des Abstandes bezogen, die letzten Resultate von Adams im Anfange des Septembers 1846. Der junge Geometer von Cambridge drückt sich über die chronologische Folge von Arbeiten, welche auf einen und denselben großen Zweck gerichtet waren, mit so viel edler Bescheidenheit als Selbstverläugnung aus: »I mention these earlier dates merely to show, that my results were arrived at independently and previously to the publication of M. Le Verrier, and not with the intention of interfering with his just claims to the honors of the discovery; for there is no doubt that his researches were first published to the world, and led to the actual discovery of the planet by Dr. Galle: so that the facts stated above cannot detract, in the slightest degree, from the credit due to M. Le Verrier.«

Da in der Geſchichte der Entdeckung des Neptun oft von einem Antheil geredet worden iſt, welchen der große Königsberger Aſtronom früh an der, ſchon von Alexis Bouvard (dem Verfaſſer der Uranustafeln) im Jahr 1834 geäußerten Hoffnung „von der Störung des Uranus durch einen uns noch unbekannten Planeten" genommen habe; ſo iſt es vielleicht vielen Leſern des Kosmos angenehm, wenn ich hier einen Theil des Briefes veröffentliche, welchen Beſſel mir unter dem 8 Mai 1840 (alſo zwei Jahre vor ſeinem Geſpräche mit Sir John Herſchel bei dem Beſuche zu Collingwood) geſchrieben hat: „Sie verlangen Nachricht von dem Planeten jenſeits des Uranus. Ich könnte wohl auf Freunde in Königsberg verweiſen, die aus Mißverſtändniß mehr davon zu wiſſen glauben als ich ſelbſt. Ich hatte die Entwickelung des Zuſammenhanges zwiſchen den aſtronomiſchen Beobachtungen und der Aſtronomie zum Gegenſtande einer (am 28 Febr. 1840 gehaltenen) öffentlichen Vorleſung gewählt. Das Publikum weiß keinen Unterſchied zwiſchen beiden; ſeine Anſicht war alſo zu berichtigen. Die Nachweiſung der Entwickelung der aſtronomiſchen Kenntniſſe aus den Beobachtungen führte natürlich auf die Bemerkung: daß wir noch keineswegs behaupten können, unſere Theorie erkläre alle Bewegungen der Planeten. Die Beweiſe davon gab der Uranus, deſſen alte Beobachtungen gar nicht in Elemente paſſen, welche ſich an die ſpäteren von 1783 bis 1820 anſchließen. Ich glaube Ihnen ſchon einmal geſagt zu haben, daß ich viel hierüber gearbeitet habe; allein dadurch nicht weiter gekommen bin als zu der Sicherheit, daß die vorhandene Theorie, oder vielmehr ihre Anwendung auf das in unſerer Kenntniß vorhandene Sonnenſyſtem, nicht hinreicht das Räthſel des Uranus zu löſen. Indeſſen darf man es deshalb, meiner Meinung nach, nicht als unauflösbar betrachten. Zuerſt müſſen wir genau und vollſtändig wiſſen, was von dem Uranus beobachtet iſt. Ich habe durch einen meiner jungen Zuhörer, Flemming, alle Beobachtungen reduciren und vergleichen laſſen, und damit liegen mir nun die vorhandenen Thatſachen vollſtändig vor. So wie die alten Beobachtungen nicht in die Theorie paſſen, ſo paſſen die neueren noch weniger hinein; denn jetzt iſt der Fehler ſchon wieder eine ganze Minute, und wächſt jährlich um 7″ bis 8″, ſo daß er bald viel größer ſein wird. Ich meinte daher, daß eine Zeit kommen werde,

wo man die Auflösung des Räthsels, vielleicht in einem neuen Planeten, finden werde, dessen Elemente aus ihren Wirkungen auf den Uranus erkannt und durch die auf den Saturn bestätigt werden könnten. Daß diese Zeit schon vorhanden sei, bin ich weit entfernt gewesen zu sagen; allein versuchen werde ich jetzt, wie weit die vorhandenen Thatsachen führen können. Es ist dieses eine Arbeit, die mich seit so vielen Jahren begleitet und derentwegen ich so viele verschiedene Ansichten verfolgt habe, daß ihr Ende mich vorzüglich reizt und daher so bald als irgend möglich herbeigeführt werden wird. Ich habe großes Zutrauen zu Flemming, der in Danzig, wohin er berufen ist, dieselbe Reduction der Beobachtungen, welche er jetzt für Uranus gemacht hat, für Saturn und Jupiter fortsetzen wird. Glücklich ist es, meiner Ansicht nach, daß er (für jetzt) kein Mittel der Beobachtung hat und zu keinen Vorlesungen verpflichtet ist. Es wird auch ihm wohl eine Zeit kommen, wo er Beobachtungen eines bestimmten Zweckes wegen anstellen muß; dann soll es ihm nicht mehr an den Mitteln dazu fehlen, so wenig ihm jetzt schon die Geschicklichkeit fehlt."

[97] (S. 534.) Der erste Brief, in welchem Lassell die Entdeckung ankündigte, war vom 6 August 1847 (Schumacher's Astr. Nachr. No. 611 S. 165).

[98] (S. 534.) Otto Struve in den Astron. Nachr. No. 629. Aus den Beobachtungen von Pulkowa berechnete August Struve in Dorpat die Bahn des ersten Neptunstrabanten.

[99] (S. 535.) W. C. Bond in den Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences Vol. II. p. 137 und 140.

[100] (S. 535.) Schum. Astr. Nachr. No. 729 S. 143.

III.

Die Cometen.

Die Cometen, welche Xenocrates und Theon der Alexandriner Lichtgewölke nennen, die nach überkommenem altem chaldäischen Glauben Apollonius der Myndier „aus großer Ferne auf langer (geregelter) Bahn periodisch aufsteigen" läßt, bilden im Sonnengebiet, der Anziehungskraft des Centralkörpers unterworfen, doch eine eigene, abgesonderte Gruppe von Weltkörpern. Sie unterscheiden sich von den eigentlichen Planeten nicht bloß durch ihre Excentricität und, was noch wesentlicher ist, durch das Durchschneiden der Planetenkreise; sie bieten auch eine Veränderlichkeit der Gestaltung, eine Wandelbarkeit der Umrisse dar, welche bei einigen Individuen (z. B. an dem von Heinsius so genau beschriebenen Klinkenbergischen Cometen von 1744 und am Halley'schen Cometen in der letzten Erscheinung vom Jahre 1835) schon in wenigen Stunden bemerkbar geworden ist. Als noch nicht durch Encke unser Sonnensystem mit inneren, von den Planetenbahnen eingeschlossenen, Cometen kurzer Umlaufszeit bereichert worden war, leiteten dogmatische, auf falsche Analogien gegründete Träume über die mit dem Abstande von der Sonne gesetzlich zunehmende Excentricität, Größe und Undichtigkeit der Planeten auf die Ansicht: daß man jenseits des Saturn excentrische planetarische Welt-

körper von ungeheurem Volum entdecken werde, „welche Mittelstufen zwischen Planeten und Cometen bilden; ja daß der letzte, äußerste Planet schon ein Comet genannt zu werden verdiene, weil er vielleicht die Bahn des ihm nächsten, vorletzten Planeten, des Saturn, durchschneide“.[1] Eine solche Ansicht der Verkettung der Gestalten im Weltbau, analog der oft gemißbrauchten Lehre von dem Uebergange in den organischen Wesen, theilte Immanuel Kant, einer der größten Geister des achtzehnten Jahrhunderts. Zu zwei Epochen, 26 und 91 Jahre nachdem die Naturgeschichte des Himmels von dem Königsberger Philosophen dem großen Friedrich zugeeignet ward, sind Uranus und Neptun von William Herschel und Galle aufgefunden worden; aber beide Planeten haben eine geringere Excentricität als Saturn: ja wenn die des letzteren 0,056 ist, so besitzt dagegen der äußerste aller uns jetzt bekannten Planeten, Neptun, die Excentricität 0,008, fast der der sonnennahen Venus (0,006) gleich. Uranus und Neptun zeigen dazu nichts von den verkündigten cometischen Eigenschaften.

Als in der uns näheren Zeit allmälig (seit 1819) fünf innere Cometen dem von Encke folgten, und gleichsam eine eigene Gruppe bildeten, deren halbe große Axe der von den Kleinen Planeten der Mehrzahl nach ähnlich ist; wurde die Frage aufgeworfen: ob die Gruppe der inneren Cometen nicht ursprünglich eben so einen einzigen Weltkörper bildete wie nach der Hypothese von Olbers die Kleinen Planeten; ob der große Comet sich nicht durch Einwirkung des Mars in mehrere getheilt habe, wie eine solche Theilung als Bipartition gleichsam unter den Augen der Beobachter im Jahr 1846 bei der letzten Wiederkehr des inneren Cometen

von Biela vorgegangen ist. Gewisse Aehnlichkeiten der Elemente haben den Professor Stephen Alexander (von dem College of New-Jersey) zu Untersuchungen veranlaßt[2] über die Möglichkeit eines gemeinsamen Ursprunges der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter mit einigen oder gar allen Cometen. Auf die Gründe der Analogie, welche von den Nebelhüllen der Asteroiden hergenommen sind, muß nach allen genaueren neueren Beobachtungen Verzicht geleistet werden. Die Bahnen der kleinen Planeten sind zwar auch einander nicht parallel, sie bieten in der Pallas allerdings die Erscheinung einer übergroßen Neigung der Bahn dar; aber bei allem Mangel des Parallelismus unter ihren eigenen Bahnen durchschneiden sie doch nicht cometenartig irgend eine der Bahnen der großen alten, d. h. früher entdeckten Planeten. Dieser, bei jeglicher Annahme einer primitiven Wurfrichtung und Wurfgeschwindigkeit überaus wesentliche Umstand scheint außer der Verschiedenheit in der physischen Constitution der inneren Cometen und der ganz dunstlosen kleinen Planeten die Gleichheit der Entstehung beider Arten von Weltkörpern sehr unwahrscheinlich zu machen. Auch hat Laplace in seiner Theorie planetarischer Genesis aus um die Sonne kreisenden Dunstringen, in welchen sich die Materie um Kerne ballt, die Cometen ganz von Planeten trennen zu müssen geglaubt: »Dans l'hypothèse des zones de vapeurs et d'un noyau s'accroissant par la condensation de l'atmosphère qui l'environne, les comètes sont étrangères au système planétaire.«[3]

Wir haben bereits in dem Naturgemälde[4] darauf aufmerksam gemacht, wie die Cometen bei der kleinsten Masse den größten Raum im Sonnengebiete ausfüllen; auch nach

der Zahl der Individuen (die Wahrſcheinlichkeits-Rechnung, gegründet auf gleichmäßige Vertheilung der Bahnen, Grenzen, der Sonnennähe und der Möglichkeit des Unſichtbarbleibens, führt auf die Exiſtenz vieler Tauſende von ihnen) übertreffen ſie alle anderen planetariſchen Weltkörper. Wir nehmen vorſichtig die Aërolithen oder Meteor-Aſteroiden aus, da ihre Natur noch in großes Dunkel gehüllt bleibt. Man muß unter den Cometen die unterſcheiden, deren Bahn von den Aſtronomen berechnet worden iſt; und ſolche, von denen theils nur unvollſtändige Beobachtungen, theils bloße Andeutungen in den Chroniken vorhanden ſind. Da nach Galle's letzter genauer Aufzählung 178 bis zum Jahr 1847 berechnet wurden, ſo kann man mit den bloß angedeuteten wohl wieder als Totalzahl bei der Annahme von ſechs- bis ſiebenhundert geſehenen Cometen beharren. Als der von Halley verkündigte Comet von 1682 im Jahr 1759 wieder erſchien, hielt man es für etwas ſehr auffallendes, daß in demſelben Jahre 3 Cometen ſichtbar wurden. Jetzt iſt die Lebhaftigkeit der Erforſchung des Himmelsgewölbes gleichzeitig an vielen Punkten der Erde ſo groß, daß 1819, 1825 und 1840 in jedem Jahr vier, 1826 fünf, ja 1846 acht erſchienen und berechnet wurden.

An mit unbewaffnetem Auge geſehenen Cometen iſt die letzte Zeit wiederum reicher als das Ende des vorigen Jahrhunderts geweſen; aber unter ihnen bleiben die von großem Glanze in Kopf und Schweif auch ihrer Seltenheit wegen immer eine merkwürdige Naturerſcheinung. Es iſt nicht ohne Intereſſe, aufzuzählen, wie viel dem bloßen Auge ſichtbare Cometen in Europa während der letzten Jahrhunderte [5] ſich gezeigt haben. Die reichſte Epoche war das 16te Jahrhundert

mit 23 ſolchen Cometen. Das 17te zählte 12, und zwar nur 2 in ſeiner erſten Hälfte. Im 18ten Jahrhundert erſchienen bloß 8, aber 9 allein in den erſten 50 Jahren des 19ten Jahrhunderts. Unter dieſen waren die ſchönſten die von 1807, 1811, 1819, 1835 und 1843. In früheren Zeiten ſind mehrmals 30 bis 40 Jahre verfloſſen, ohne daß man ein einziges Mal ſolches Schauſpiel genießen konnte. Die ſcheinbar cometenarmen Jahre mögen indeſſen doch reich an großen Cometen ſein, deren Perihel jenſeit der Bahnen des Jupiter und Saturn liegt. Der teleſcopiſchen Cometen werden jetzt im Durchſchnitt in jedem Jahre wenigſtens 2 bis 3 entdeckt. In drei auf einander folgenden Monaten hat (1840) Galle 3 neue Cometen, von 1764 bis 1798 Meſſier 12, von 1801 bis 1827 Pons 27 gefunden. So ſcheint ſich Kepler's Ausſpruch über die Menge der Cometen im Weltraum (ut pisces in Oceano) zu bewähren.

Von nicht geringer Wichtigkeit iſt die ſo ſorgfältig aufgezeichnete Liſte der in China erſchienenen Cometen, welche Eduard Biot aus der Sammlung von Ma-tuan-lin bekannt gemacht hat. Sie reicht bis über die Gründung der ioniſchen Schule des Thales und des lydiſchen Alyattes hinaus; und begreift in zwei Abſchnitten den Ort der Cometen von 613 Jahren vor unſerer Zeitrechnung bis 1222 nach derſelben, und dann von 1222 bis 1644: die Periode, in welcher die Dynaſtie der Ming herrſchte. Ich wiederhole hier (ſ. Kosmos Bd. I. S. 389 Anm. 12): daß, während man Cometen von der Mitte des 3ten bis Ende des 14ten Jahrhunderts nach ausſchließlich chineſiſchen Beobachtungen hat berechnen müſſen, die Berechnung des Halley'ſchen Cometen

bei ſeinem Erſcheinen im Jahr 1456 die erſte Cometen-Berechnung war nach den ausſchließlich europäiſchen Beobachtungen, und zwar nach denen des Regiomontanus. Dieſen letzteren folgten abermals bei einem Wiedererſcheinen des Halley'ſchen Cometen die ſehr genauen des Apianus zu Ingolſtadt im Auguſt des Jahres 1531. In die Zwiſchenzeit fällt (Mai 1500) ein durch afrikaniſche und braſiliſche Entdeckungsreiſen berühmt gewordener, prachtvoll glänzender Comet [6], der in Italien Signor Astone, die große Asta, genannt wurde. In den chineſiſchen Beobachtungen hat, durch Gleichheit der Elemente, Laugier [7] eine ſiebente Erſcheinung des Halley'ſchen Cometen (die von 1378) erkannt: ſo wie auch der von Galle [8] am 6 März entdeckte dritte Comet von 1840 mit dem von 1097 identiſch zu ſein ſcheint. Auch die Mexicaner knüpften in ihren Jahrbüchern Begebenheiten an Cometen und andere Himmels-Beobachtungen. Ich habe den Cometen von 1490, welchen ich in der mexicaniſchen Handſchrift von Le Tellier aufgefunden und in meinen Monumens des peuples indigènes de l'Amérique habe abbilden laſſen, ſonderbar genug, nur in dem chineſiſchen Cometen-Regiſter als im December deſſelben Jahres beobachtet erkannt. [9] Die Mexicaner hatten ihn in ihre Regiſter eingetragen 28 Jahre früher als Cortes an den Küſten von Veracruz (Chalchihuhcuecan) zum erſten Male erſchien.

Von der Geſtaltung, der Form-, Licht- und Farben-Aenderung der Cometen, den Ausſtrömungen am Kopfe, welche zurückgebeugt [10] den Schweif bilden, habe ich nach den Beobachtungen von Heinſius (1744), Beſſel, Struve und Sir John Herſchel umſtändlich im Naturgemälde (Kosmos Bd. I. S. 106—112) gehandelt. Außer dem prachtvollen [11]

Cometen von 1843, der in Chihuahua (NW-Amerika) von Bowring von 9 Uhr Morgens bis Sonnen-Untergang wie ein kleines weißes Gewölk, in Parma von Amici am vollen Mittag 1^0 23′ östlich von der Sonne [12] gesehen werden konnte, ist auch in der neuesten Zeit der von Hind in der Gegend von Capella entdeckte erste Comet des Jahres 1847 am Tage des Perihels zu London nahe bei der Sonne sichtbar gewesen.

Zur Erläuterung dessen, was oben von der Bemerkung chinesischer Astronomen bei Gelegenheit ihrer Beobachtung des Cometen vom Monat März 837, zur Zeit der Dynastie Thang, gesagt worden ist, schalte ich hier, aus dem Ma-tuan-lin übersetzt, die wörtliche Angabe des Richtungs-Gesetzes des Schweifes ein. Es heißt dasselbe: „im allgemeinen ist bei einem Cometen, welcher östlich von der Sonne steht, der Schweif, von dem Kern an gerechnet, gegen Osten gerichtet; erscheint aber der Comet im Westen der Sonne, so dreht sich der Schweif gegen Westen." [13] Fracastoro und Apianus sagten bestimmter und noch richtiger: „daß eine Linie in der Richtung der Achse des Schweifes, durch den Kopf des Cometen verlängert, das Centrum der Sonne trifft". Die Worte des Seneca (Nat. Quaest. VII. 20): „die Cometenschweife fliehen vor den Sonnenstrahlen", sind auch bezeichnend. Während unter den bis jetzt bekannten Planeten und Cometen sich in den, von der halben große Axe abhangenden Umlaufszeiten die kürzesten zu den längsten bei den Planeten wie 1 : 683 verhalten, ergiebt sich bei den Cometen das Verhältniß wie 1 : 2670. Es ist Merkur (87^t,97) mit Neptun (60126^t,7), und der Comet von Encke (3,3 Jahre) mit dem von Gottfried Kirch zu Coburg, Newton und Halley

beobachteten Cometen von 1680 (8814 Jahre) verglichen. Die Entfernung des unſrem Sonnenſyſteme nächſten Fixſternes (α Centauri) von dem, in einer vortrefflichen Abhandlung von Encke beſtimmten Aphel (Punkt der Sonnenferne) des zuletzt genannten Cometen; die geringe Geſchwindigkeit ſeines Laufs (10 Fuß in der Secunde) in dieſem äußerſten Theile ſeiner Bahn; die größte Nähe, in welche der Lexell-Burckhardt'ſche Comet von 1770 der Erde (auf 6 Mondfernen), der Comet von 1680 (und noch mehr der von 1843) der Sonne gekommen ſind: habe ich im Kosmos (Bd. I. S. 116—118 und Bd. III. S. 371—373) bereits abgehandelt. Der zweite Comet des Jahres 1819, welcher in beträchtlicher Größe plötzlich in Europa aus den Sonnenſtrahlen heraustrat, iſt ſeinen Elementen zufolge am 26 Juni (leider ungeſehen!) vor der Sonnenſcheibe vorübergegangen.[14] Eben dies muß der Fall geweſen ſein mit dem Cometen von 1823, welcher außer dem gewöhnlichen, von der Sonne abgekehrten, auch einen anderen, der Sonne gerade zugewandten Schweif zeigte. Haben die Schweife beider Cometen eine beträchtliche Länge gehabt, ſo müſſen dunſtartige Theile derſelben, wie gewiß öfters geſchehen, ſich mit unſerer Atmoſphäre gemiſcht haben. Es iſt die Frage aufgeworfen worden: ob die wunderſamen Nebel von 1783 und 1831, welche einen großen Theil unſeres Continents bedeckten, Folge einer ſolchen Vermiſchung geweſen ſind?[15]

Während die Quantität der ſtrahlenden Wärme, welche die Cometen von 1680 und 1843 in ſo großer Sonnennähe empfingen, mit der Focal-Temperatur eines 32zölligen Brennſpiegels verglichen wird[16]; will ein mir lange befreundeter, hochverdienter Aſtronom[17], daß „alle Cometen ohne feſten

Kern (wegen ihrer übermäßig geringen Dichtigkeit) keine Sonnenwärme, ſondern nur die Temperatur des Weltraums[18] haben". Erwägt man die vielen und auffallenden Analogien der Erſcheinungen, welche nach Melloni und Forbes leuchtende und dunkle Wärmequellen darbieten, ſo ſcheint es ſchwer, bei dem dermaligen Zuſtande unſerer phyſikaliſchen Gedankenverbindungen nicht in der Sonne ſelbſt Proceſſe anzunehmen, welche gleichzeitig durch Aetherſchwingungen (Wellen verſchiedener Länge) ſtrahlendes Licht und ſtrahlende Wärme erzeugen. Der angeblichen Verfinſterung des Mondes durch einen Cometen im Jahr 1454, welche der erſte Ueberſetzer des byzantiniſchen Schriftſtellers Georg Phranza, der Jeſuit Pontanus, in einer Münchner Handſchrift glaubte aufgefunden zu haben, iſt lange in vielen aſtronomiſchen Schriften gedacht worden. Dieſer Durchgang eines Cometen zwiſchen Erde und Mond im Jahr 1454 iſt eben ſo irrig als der von Lichtenberg behauptete des Cometen von 1770. Das Chronicon des Phranza iſt vollſtändig zum erſtenmal zu Wien 1796 erſchienen, und es heißt ausdrücklich darin: daß im Weltjahr 6962, während daß ſich eine Mondfinſterniß ereignete, ganz auf die gewöhnliche Weiſe nach der Ordnung und der Kreisbahn der himmliſchen Lichter ein Comet, einem Nebel ähnlich, erſchien und dem Monde nahe kam. Das Weltjahr (= 1450) iſt irrig, da Phranza beſtimmt ſagt, die Mondfinſterniß und der Comet ſeien nach der Einnahme von Conſtantinopel (19 Mai 1453) geſehen worden, und eine Mondfinſterniß wirklich am 12 Mai 1454 eintraf. (S. Jacobs in Zach's monatl. Correſp. Bd. XXIII. 1811 S. 196—202.)

Das Verhältniß des Lexell'ſchen Cometen zu den Jupiters-

monden; die Störungen, die er durch ſie erlitten, ohne auf ihre Umlaufszeiten einzuwirken (Kosmos Bd. I. S. 117): ſind von Le Verrier genauer unterſucht worden. Meſſier entdeckte dieſen merkwürdigen Cometen als einen ſchwachen Nebelfleck im Schützen am 14 Juni 1770; aber 8 Tage ſpäter leuchtete ſein Kern ſchon als ein Stern zweiter Größe. Vor dem Perihel war kein Schweif ſichtbar, nach demſelben entwickelte ſich derſelbe durch geringe Ausſtrömungen kaum bis 1° Länge. Lexell fand ſeinem Cometen eine elliptiſche Bahn und die Umlaufszeit von 5,585 Jahren, was Burckhardt in ſeiner vortrefflichen Preisſchrift von 1806 beſtätigte. Nach Clauſen hat er ſich (den 1 Juli 1770) bis auf 363 Erd-Halbmeſſer (311000 geogr. Meilen oder 6 Mondfernen) der Erde genähert. Daß der Comet nicht früher (März 1776) und nicht ſpäter (October 1781) geſehen wurde, iſt, nach Lexell's früherer Vermuthung, von Laplace in dem 4ten Bande der Mécanique céleste durch Störung von Seiten des Jupitersſyſtems bei den Annäherungen in den beiden Jahren 1767 und 1779 analytiſch dargethan worden. Le Verrier findet, daß nach einer Hypotheſe über die Bahn des Cometen derſelbe 1779 durch die Kreiſe der Satelliten durchgegangen ſei, nach einer anderen von dem 4ten Satelliten nach außen weit entfernt blieb. [19]

Der Molecular-Zuſtand des ſo ſelten begrenzten Kopfes oder Kernes wie der des Schweifes der Cometen iſt um ſo räthſelhafter, als derſelbe keine Strahlenbrechung veranlaßt, und als durch Arago's wichtige Entdeckung (Kosmos Bd. I. S. 111, 391 und 392 Anm. 19—21) in dem Cometenlichte ein Antheil von polariſirtem, alſo von reflectirtem Sonnenlichte erwieſen wird. Wenn die kleinſten Sterne durch die

dunſtartigen Ausſtrömungen des Schweifes, ja faſt durch das Centrum des Kernes ſelbſt, oder wenigſtens in größter Nähe des Centrums, in ungeſchwächtem Glanze geſehen werden (per Cometem non aliter quam per nubem ulteriora cernuntur; Seneca, Nat. Quaest. VII. 18): ſo zeigt dagegen die Analyſe des Cometenlichtes in Arago's Verſuchen, denen ich beigewohnt, daß die Dunſthüllen trotz ihrer Zartheit fremdes Licht zurückzuwerfen fähig ſind;[20] daß dieſe Weltkörper „eine unvollkommene Durchſichtigkeit[21] haben, da das Licht nicht ungehindert durch ſie durchgeht". In einer ſo lockeren Nebelgruppe erregen die einzelnen Beiſpiele großer Licht-Intenſität, wie in dem Cometen von 1843, oder des ſternartigen Leuchtens eines Kernes um ſo mehr Verwunderung, als man eine alleinige Zurückwerfung des Sonnenlichts annimmt. Sollte aber in den Cometen nicht daneben auch ein eigener lichterzeugender Proceß vorgehen?

Die ausſtrömenden, verdunſtenden Theile aus Millionen Meilen langen, beſenartigen, gefächerten Schweifen verbreiten ſich in den Weltraum; und bilden vielleicht, entweder ſelbſt das widerſtandleiſtende, hemmende Fluidum[22], welches die Bahn des Enckiſchen Cometen allmälig verengt: oder ſie miſchen ſich mit dem alten Weltenſtoffe, der ſich nicht zu Himmelskörpern geballt, oder zu der Bildung des Ringes verdichtet hat, welcher uns als Thierkreislicht leuchtet. Wir ſehen gleichſam vor unſeren Augen materielle Theile verſchwinden, und ahnden kaum, wo ſie ſich wiederum ſammeln. So wahrſcheinlich nun auch die Verdichtung einer den Weltraum füllenden gasartigen Flüſſigkeit in der Nähe des Centralkörpers unſres Syſtemes iſt; ſo kann bei den Cometen, deren Kern nach Valz ſich in der Sonnennähe verkleinert,

dieſe da verdichtete Flüſſigkeit doch wohl nicht als auf eine blaſenartige Dunſthülle drückend gedacht werden.[23] Wenn bei den Ausſtrömungen der Cometen die Umriſſe der lichtreflectirenden Dunſttheile gewöhnlich ſehr unbeſtimmt ſind; ſo iſt es um ſo auffallender und für den Molecular-Zuſtand des Geſtirns um ſo lehrreicher, daß bei einzelnen Individuen (z. B. bei dem Halley'ſchen Cometen Ende Januars 1836 am Cap der guten Hoffnung) eine Schärfe der Umriſſe in dem paraboliſchen vorderen Theile des Körpers beobachtet worden iſt, welche kaum eine unſerer Haufenwolken uns je darbietet. Der berühmte Beobachter am Cap verglich den ungewohnten, von der Stärke gegenſeitiger Anziehung der Theilchen zeugenden Anblick mit einem Alabaſter-Gefäß, das von innen ſtark erleuchtet iſt.[24]

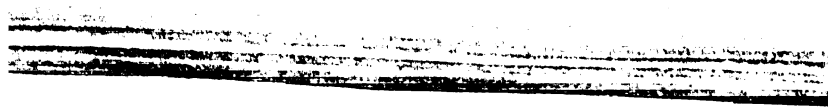
Seit dem Erſcheinen des aſtronomiſchen Theils meines Naturgemäldes hat die Cometenwelt ein Ereigniß dargeboten, deſſen bloße Möglichkeit man wohl vorher kaum geahndet hatte. Der Biela'ſche Comet, ein innerer, von kurzer, 6⅔jähriger Umlaufszeit, hat ſich in zwei Cometen von ähnlicher Geſtalt, doch ungleicher Dimenſion, beide mit Kopf und Schweif, getheilt. Sie haben ſich, ſo lange man ſie beobachten konnte, nicht wieder vereinigt, und ſind geſondert faſt parallel mit einander fortgeſchritten. Am 19 December 1845 hatte Hind in dem ungetheilten Cometen ſchon eine Art Protuberanz gegen Norden bemerkt; aber am 21ten war noch (nach Encke's Beobachtung in Berlin) von einer Trennung nichts zu ſehen. Die ſchon erfolgte Trennung wurde in Nordamerika zuerſt am 29 Dec. 1845, in Europa erſt um die Mitte und das Ende Januars 1846 erkannt. Der neue, kleinere Comet ging nördlich voran. Der Abſtand

beider war anfangs 3, ſpäter (20 Febr.) nach Otto Struve's intereſſanter Zeichnung 6 Minuten.[25] Die Lichtſtärke wechſelte: ſo daß der allmälig wachſende Neben-Comet eine Zeit lang den Haupt-Cometen an Lichtſtärke übertraf. Die Nebelhüllen, welche jeden der Kerne umgaben, hatten keine beſtimmten Umriſſe: die des größeren Cometen zeigte ſogar gegen SSW eine lichtſchwache Anſchwellung; aber der Himmelsraum zwiſchen den beiden Cometen wurde in Pulkowa ganz nebelfrei geſehen[26]. Einige Tage ſpäter hat Lieut. Maury in Waſhington in einem neunzölligen Münchner Refractor Strahlen bemerkt, welche der größere, ältere Comet dem kleineren, neuen, zuſandte: ſo daß wie eine brückenartige Verbindung eine Zeit lang entſtand. Am 24 März war der kleinere Comet wegen zunehmender Lichtſchwäche kaum noch zu erkennen. Man ſah nur noch den größeren bis zum 16 bis 20 April, wo dann auch dieſer verſchwand. Ich habe dieſe wunderſame Erſcheinung in ihren Einzelheiten[27] beſchrieben, ſo weit dieſelben haben beobachtet werden können. Leider iſt der eigentliche Act der Trennung und der kurz vorhergehende Zuſtand des älteren Cometen der Beobachtung entgangen. Iſt der abgetrennte Comet uns nur unſichtbar geworden wegen Entfernung und großer Lichtſchwäche, oder hat er ſich aufgelöſt? Wird er als *Begleiter* wieder erkannt werden, und wird der Biela'ſche Comet bei anderen Wieder-Erſcheinungen ähnliche Anomalien darbieten?

Die Entſtehung eines *neuen* planetariſchen Weltkörpers durch *Theilung* regt natürlich die Frage an: ob in der Unzahl um die Sonne kreiſender Cometen nicht mehrere durch einen ähnlichen Proceß entſtanden ſind oder noch täglich entſtehen? ob ſie durch Retardation, d. h. unaleiche Geſchwindigkeit

im Umlauf, und ungleiche Wirkung der Störungen nicht auf verſchiedene Bahnen gerathen können? In einer, ſchon früher berührten Abhandlung von Stephen Alexander iſt verſucht worden, die Geneſis der geſammten inneren Cometen durch die Annahme einer ſolchen, wohl nicht genugſam begründeten Hypotheſe zu erklären. Auch im Alterthum ſcheinen ähnliche Vorgänge beobachtet, aber nicht hinlänglich beſchrieben worden zu ſein. Seneca führt nach einem, wie er freilich ſelbſt ſagt, unzuverläſſigen Zeugen an, daß der Comet, welcher des Unterganges der Städte Helice und Bura beſchuldigt ward, ſich in zwei Theile ſchied. Er ſetzt ſpöttiſch hinzu: warum hat Niemand zwei Cometen ſich zu einem vereinigen ſehen?[28] Die chineſiſchen Aſtronomen reden von „drei gekuppelten Cometen", die im Jahr 896 erſchienen und zuſammen ihre Bahn durchliefen.[29]

Unter der großen Zahl berechneter Cometen ſind bisher acht bekannt, deren Umlaufszeit eine geringere Dauer als die Umlaufszeit des Neptun hat. Von dieſen acht ſind ſechs innere Cometen, d. h. ſolche, deren Sonnenferne kleiner als ein Punkt in der Bahn des Neptun iſt: nämlich die Cometen von Encke (Aphel 4,09), de Vico (5,02), Brorſen (5,64), Faye (5,93), Biela (6,19) und d'Arreſt (6,44). Den Abſtand der Erde von der Sonne = 1 geſetzt, haben die Bahnen aller dieſer ſechs inneren Cometen Aphele, die zwiſchen Hygiea (3,15) und einer Grenze liegen, welche faſt um $1\frac{1}{4}$ Abſtände der Erde von der Sonne jenſeit Jupiter (5,20) liegt. Die zwei anderen Cometen, ebenfalls von geringerer Umlaufszeit als Neptun, ſind der 74jährige Comet von Olbers und der 76jährige Comet von Halley. Dieſe beiden letzten waren bis zum Jahre



, in welchem Encke zuerst die Existenz eines inneren eten erkannte, unter den damals berechneten Cometen die der kürzesten Umlaufszeit. Der Olbersche Comet von 5 und der Halley'sche liegen nach der Entdeckung des tun in ihrer Sonnenferne nur 4 und $5^2/_5$ Abstände der e von der Sonne jenseits der Grenze, die sie als innere neten würde betrachten lassen. Wenn auch die Benennung: terer Comet mit der Entdeckung transneptunischer meten Aenderungen erleiden kann, da die Grenze, die en Weltkörper zu einem inneren Cometen macht, veränlich ist; so hat sie doch vor der Benennung: Cometen rzer Dauer den Vorzug, in jeder Epoche unseres Wissens n etwas bestimmtem abhängig zu sein. Die jetzt sicher bechneten 6 inneren Cometen variiren allerdings in der mlaufszeit nur von 3,3 bis 7,4 Jahre; aber wenn die 6jährige Wiederkehr des von Peters am 26 Juni 1846 i Neapel entdeckten Cometen (des 6ten Cometen des Jahrs 846, mit einer halben großen Axe von 6,32) sich bestägte[30], so ist vorherzusehen, daß sich allmälig in Hinsicht auf ie Dauer der Umlaufszeit Zwischenglieder zwischen den ometen von Faye und Olbers finden werden. Dann wird s in der Zukunft schwer sein eine Grenze für die Kürze er Dauer zu bestimmen. Hier folgt die Tabelle, in welcher r. Galle die Elemente der 6 inneren Cometen zusammenestellt hat.

Es folgt aus der hier gegebenen Uebersicht, daß seit er Erkennung des Enckischen[31] Cometen als eines inneren n Jahr 1819 bis zur Entdeckung des inneren d'Arrest'schen ometen kaum 32 Jahre verflossen sind. Elliptische Eleente für den letztgenannten hat auch Yvon Villarceau in

Schumacher's Astr. Nachr. No. 773 gegeben, und zugleich mit Valz einige Vermuthungen über Identität mit dem von La Hire beobachteten und von Douwes berechneten Cometen von 1678 aufgestellt. Zwei andere Cometen, scheinbar auch von fünf- bis sechsjährigem Umlauf, sind der 3te von 1819, von Pons entdeckt und von Encke berechnet; und der 4te von 1819, von Blanpain aufgefunden und nach Clausen identisch mit dem ersten von 1743. Beide können aber noch nicht neben denen aufgeführt werden, welche durch längere Dauer und Genauigkeit der Beobachtungen eine größere Sicherheit und Vollständigkeit der Elemente darbieten.

Die Neigung der inneren Cometenbahnen gegen die Ekliptik ist im ganzen klein, zwischen 3° und 13°; nur die des Brorsen'schen Cometen ist sehr beträchtlich, und erreicht 31°. Alle bisher entdeckten inneren Cometen haben, wie die Haupt- und Nebenplaneten des gesammten Sonnensystems, eine directe oder rechtläufige Bewegung (von West nach Ost in ihren Bahnen fortschreitend). Sir John Herschel hat auf die größere Seltenheit rückläufiger Bewegung bei Cometen von geringer Neigung gegen die Ekliptik aufmerksam gemacht.[32] Diese entgegengesetzte Richtung der Bewegung, welche nur bei einer gewissen Classe planetarischer Körper vorkommt, ist in Hinsicht auf die sehr allgemein herrschende Meinung über die Entstehung der zu einem Systeme gehörenden Weltkörper und über primitive Stoß- und Wurfkraft von großer Wichtigkeit. Sie zeigt uns die Cometenwelt, wenn gleich auch in der weitesten Ferne, der Anziehung des Centralkörpers unterworfen, doch in größerer Individualität und Unabhängigkeit. Eine solche Betrachtung hat zu

der Idee verleitet, die Cometen für älter [33] als alle Planeten, gleichsam für Urformen der sich locker ballenden Materie im Weltraume, zu halten. Es fragt sich dabei unter dieser Voraussetzung: ob nicht trotz der ungeheuren Entfernung des nächsten Fixsterns, dessen Parallaxe wir kennen, vom Aphel des Cometen von 1680 einige der Cometen, welche am Himmelsgewölbe erscheinen, nur Durchwanderer unsres Sonnensystemes sind, von einer Sonne zur anderen sich bewegend?

Ich lasse auf die Gruppe der Cometen, als mit vieler Wahrscheinlichkeit zum Sonnengebiete gehörig, den Ring des Thierkreislichtes folgen; und auf diesen die Schwärme der Meteor-Asteroiden, die bisweilen auf unsere Erde herabfallen und über deren Existenz als Körper im Weltraume noch keineswegs eine einstimmige Meinung herrscht. Da ich nach dem Vorgange von Chladni, Olbers, Laplace, Arago, John Herschel und Bessel die Aërolithen bestimmt für außerirdischen, kosmischen Ursprungs halte; so darf ich wohl am Schluß des Abschnitts über die Wandelsterne die zuversichtliche Erwartung aussprechen: daß durch fortgesetzte Genauigkeit in der Beobachtung der Aërolithen, Feuerkugeln und Sternschnuppen die entgegengesetzte Meinung eben so verschwinden werde, als die bis zu dem 16ten Jahrhundert allgemein verbreitete über den meteorischen Ursprung der Cometen es längst ist. Während diese Gestirne schon von der astrologischen Corporation der „Chaldäer in Babylon", von einem großen Theile der pythagorischen Schule und von Apollonius dem Myndier für, zu bestimmten Zeiten in langen planetarischen Bahnen wiederkehrende Weltkörper gehalten wurden; erklärten die mächtige anti-pythagorische Schule des Aristoteles

und der von Seneca beſtrittene Epigenes die Cometen für Erzeugniſſe meteoriſcher Proceſſe in unſerem Luftkreiſe.[31] Analoge Schwankungen zwiſchen kosmiſchen und telluriſchen Hypotheſen, zwiſchen dem Weltraume und der Atmoſphäre führen endlich doch zu einer richtigen Anſicht der Naturerſcheinungen zurück.

Anmerkungen.

[1] (S. 558.) „Vermittelſt einer Reihe von Zwiſchengliedern", ſagt Immanuel Kant, „werden jenſeit Saturn ſich die letzten Planeten nach und nach in Cometen verwandeln, und ſo die letztere Gattung mit der erſteren zuſammenhangen. Das Geſetz, nach welchem die Excentricität der Planetenkreiſe ſich in Verhältniß ihres Abſtandes von der Sonne verhält, unterſtützt dieſe Vermuthung. Die Excentricität nimmt mit dem Abſtande zu, und die entfernteren Planeten kommen dadurch der Beſtimmung der Cometen näher. Der letzte Planet und erſte Comet könnte derjenige genannt werden, welcher in ſeiner Sonnennähe den Kreis des ihm nächſten Planeten, vielleicht alſo des Saturn, durchſchnitte. — Auch durch die Größe der planetariſchen Maſſen, die mit der Entfernung (von der Sonne) zunehmen, wird unſere Theorie von der mechaniſchen Bildung der Himmelskörper klärlich erwieſen." Kant, Naturgeſch. des Himmels (1755) in den ſämmtl. Werken Th. VI. S. 88 und 195. Im Anfang des 5ten Hauptſtückes wird (S. 131) von der früheren cometenähnlichen Natur geſprochen, welche Saturn abgelegt habe.

[2] (S. 559.) Stephen Alexander »on the similarity of arrangement of the Asteroids and the Comets of short period, and the possibility of their common origin«, in Gould's Astron. Journal No. 19 p. 147 und No. 20 p. 181. Der Verf. unterſcheidet mit Hind (Schum. Aſtr. Nachr. No. 724) »the comets of short period, whose semi-axes are all nearly the same with those of the small planets between Mars and Jupiter; and the other class, including the comets whose mean distance or semi-axis is somewhat less than that of Uranus.« Er ſchließt die erſte Abhandlung mit dem Reſultate: »Different facts and coincidences agree in indicating a near appulse if not an actual

collision of Mars with a large comet in 1315 or 1316, that the comet was thereby broken into three parts, whose or bits (it may be presumed) received even then their present form; viz., that still presented by the comets of 1812, 1815 and 1846, which are fragments of the dissevered comet.«

[3] (S. 559.) Laplace, Expos. du Syst. du Monde (éd. 1824) p. 414.

[4] (S. 559.) Ueber Cometen im Naturgemälde ſ. Kosmos Bd. I. S. 105—120 und 389—393 Anm. 12—27.

[5] (S. 560.) In ſieben halben Jahrhunderten von 1500 bis 1850 ſind zuſammen 52; einzeln in der Reihenfolge von ſieben gleichen Perioden: 13, 10, 2, 10, 4, 4 und 9, dem bloßen Auge ſichtbare Cometen in Europa erſchienen. Hier folgen die einzelnen Jahre:

1500—1550	1550—1600
13 Com.	10 Com.
1600—1650	1650—1700
1607	1652
1618	1664
2 Com.	1665
	1668
	1672
	1680
	1682
	1686
	1689
	1696
	10 Com.
	1750—1800
1700—1750	1759
1702	1766
1744	1769
1748 (2)	1781
4 Com.	4 Com.

1800—1850
1807

1819	
1823	
1830	
1835	
1843	
1845	
1847	
9 Com.	

Als 23 im 16ten Jahrhundert (dem Zeitalter von Apianus, Girolamo Fracastoro, Landgraf Wilhelm IV von Heſſen, Mäſtlin und Tycho) erſchienene, dem unbewaffneten Auge ſichtbare Cometen ſind hier aufgezählt worden: zehn von Pingré beſchriebene, nämlich: 1500, 1505, 1506, 1512, 1514, 1516, 1518, 1521, 1522 und 1530; ferner die Cometen von 1531, 1532, 1533, 1556, 1558, 1569, 1577, 1580, 1582, 1585, 1590, 1593 und 1596.

[6] (S. 562.) Es iſt der „bösartige" Comet, welchem in Sturm und Schiffbruch der Tod des berühmten portugieſiſchen Entdeckers Bartholomäus Diaz, als er mit Cabral von Braſilien nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung ſegelte, zugeſchrieben ward; Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 296 und T. V. p. 80 (Souſa, Asia Portug. T. I. P. I. cap. 5 p. 45).

[7] (S. 562.) Laugier in der Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 99. Vergl. auch Édouard Biot, Recherches sur les anciennes apparitions chinoises de la Comète de Halley antérieures à l'année 1378 a. a. O. p. 70—84.

[8] (S. 562.) Ueber den von Galle im März 1840 entdeckten Cometen ſ. Schumacher's Aſtr. Nachr. Bd. XVII. S. 188.

[9] (S. 562.) S. meine Vues des Cordillères (éd. in folio) Pl. LV fig. 8, p. 281—282. Die Mexicaner hatten auch eine ſehr richtige Anſicht von der Urſach der Sonnenfinſterniß. Dieſelbe mexicaniſche Handſchrift, wenigſtens ein Viertel-Jahrhundert vor der Ankunft der Spanier angefertigt, bildet die Sonne ab, wie ſie faſt ganz von der Mondſcheibe verdeckt wird und wie Sterne dabei ſichtbar werden.

[10] (S. 562.) Dieſe Entſtehung des Schweifes am vorderen Theile des Cometenkopfes, welche Beſſel ſo viel beſchäftigt

hat, war schon Newton's und Winthrop's Ansicht (vergl. Newton, Princip. p. 511 und Philos. Transact. Vol. LVII. for the Year 1767 p. 140 fig. 5). Der Schweif, meint Newton, entwickele sich der Sonne nahe am stärksten und längsten, weil die Himmelsluft (was wir mit Encke das widerstehende Mittel nennen) dort am dichtesten sei, und die particulae caudae, stark erwärmt, von der dichteren Himmelsluft getragen, leichter aufsteigen. Winthrop glaubt, daß der Haupteffect erst etwas nach dem Perihel eintrete, weil nach dem von Newton festgestellten Gesetze (Princ. p. 424 und 466) überall (bei periodischer Wärme-Veränderung wie bei der Meeresfluth) die Maxima sich verspäten.

[11] (S. 562.) Arago im Annuaire pour 1844 p. 395. Die Beobachtung ist von Amici dem Sohne.

[12] (S. 563.) Ueber den Cometen von 1843, der mit beispiellosem Glanze im nördlichen Europa im Monat März nahe bei dem Orion erschien, und der Sonne unter allen beobachteten und berechneten Cometen am nächsten gekommen ist, s. alles gesammelt in Sir John Herschel's Outlines of Astronomy § 589—597 und in Peirce, American Almanac for 1844 p. 42. Wegen physiognomischer Aehnlichkeiten, deren Unsicherheit aber schon Seneca (Nat. Quaest. lib. VII cap. 11 und 17) entwickelt hat, wurde er anfänglich für identisch mit den Cometen von 1668 und 1689 gehalten (Kosmos Bd. I. S. 144 und 410 Anm. 62; Galle in Olbers Cometenbahnen No. 42 und 50). Boguslawski (Schum. Astr. Nachr. No. 545 S. 272) glaubt dagegen, daß seine früheren Erscheinungen bei einem Umlauf von 147 Jahren die von 1695, 1548 und 1401 waren; ja er nennt ihn den Cometen des Aristoteles, „weil er ihn bis in das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung zurückführt, und ihn mit dem talentvollen Helleniſten Thiersch in München für einen Cometen hält, dessen in den Meteorologicis des Aristoteles Buch I cap. 6 Erwähnung geschieht". Ich erinnere aber, daß der Name Comet des Aristoteles vieldeutig und unbestimmt ist. Wird der gemeint, welchen Aristoteles im Orion verschwinden läßt und mit dem Erdbeben in Achaja in Verbindung setzt; so muß man nicht vergessen, daß dieser Comet von Callisthenes vor, von Diodor nach, und von Aristoteles zur Zeit des Erdbebens angegeben wird.

Das 6te und 8te Capitel der Meteorologie handeln von 4 Cometen, deren Epochen der Erscheinung durch Archonten zu Athen und durch unheilbringende Begebenheiten bezeichnet werden. Es ist daselbst der Reihe nach gedacht: des westlichen Cometen, welcher bei dem großen, mit Ueberschwemmungen verbundenen Erdbeben von Achaja erschien (cap. 6, 8); dann des Cometen unter dem Archonten Eucles, Sohn des Molon; später (cap. 6, 10) kommt der Stagirite wieder auf den westlichen Cometen, den des großen Erdbebens, zurück, und nennt dabei den Archonten Asteus: ein Name, den unrichtige Lesarten in Aristäus verwandelt haben, und den Pingré deshalb in der Cométographie mit Aristhenes oder Alcisthenes fälschlich für Eine Person hält. Der Glanz dieses Cometen des Asteus verbreitete sich über den dritten Theil des Himmelsgewölbes; der Schweif, welchen man den Weg (ὁδός) nannte, war also 60° lang. Er reichte bis in die Gegend des Orion, wo er sich auflöste. In cap. 7, 9 wird des Cometen gedacht, welcher gleichzeitig mit dem berühmten Aërolithenfall bei Aegos Potamoi (Kosmos Bd. I. S. 124, 397 und 407) erschien, und wohl nicht eine Verwechselung mit der von Damachos beschriebenen, 70 Tage lang leuchtenden und Sternschnuppen sprühenden Aërolithen-Wolke sein kann. Endlich nennt Aristoteles noch cap. 7, 10 einen Cometen unter dem Archonten Nicomachus, welchem ein Sturm bei Corinth zugeschrieben ward. Diese vier Cometen-Erscheinungen fallen in die lange Periode von 32 Olympiaden: nämlich der Aërolithenfall nach der Pariſchen Chronik Ol. 78,1 (468 ante Chr.), unter den Archonten Theagenides; der große Comet des Asteus, welcher zur Zeit des Erdbebens von Achaja erschien und im Sternbild des Orion verschwand, in Ol. 101,4 (373 a. Chr.); Eucles, Sohn des Molon, von Diodor (XII, 53) fälschlich Euclides genannt, in Ol. 88,2 (427 a. Chr.), wie auch der Commentar des Johannes Philoponos bestätigt; der Comet des Nicomachus in Ol. 109,4 (341 a. Chr.). Bei Plinius II, 25 wird für die jubae effigies mutata in hastam Ol. 108 angegeben. Mit dem unmittelbaren Anknüpfen des Cometen des Asteus (Ol. 101,4) an das Erdbeben in Achaja stimmt auch Seneca überein, indem derselbe des Unterganges von Bura und Helice, welche Städte Aristoteles nicht ausdrücklich nennt, folgendermaßen erwähnt: »Effigiem ignis longi fuisse, Callisthenes tradit, antequam Burin et Helicen mare

absconderet. Aristoteles ait, non trabem illam, sed Cometam fuisse« (Seneca, Nat. Quaest. VII, 5). Strabo (VIII p. 384 Cas.) setzt den Untergang der zwei oft genannten Städte zwei Jahre vor der Schlacht von Leuctra, woraus sich wieder Ol. 101,4 ergiebt. Nachdem endlich Diodor von Sicilien dieselbe Begebenheit als unter dem Archonten Asteus vorgefallen umständlicher (XV, 48 und 49) beschrieben hat, setzt er den glänzenden, schattenwerfenden Cometen (XV, 50) unter den Archonten Alcisthenes, ein Jahr später, Ol. 102,1 (372 a. Chr.), und als Vorboten des Unterganges der Herrschaft der Lacedämonier; aber der spätere Diodor hat die Gewohnheit eine Begebenheit aus einem Jahre in das andere zu verschieben: und für die Epoche des Asteus, vor dem Alcisthenes, sprechen die ältesten und sichersten Zeugen, Aristoteles und die Parische Chronik. Da nun für den herrlichen Cometen von 1843 die Annahme eines Umlaufs von $147\frac{3}{4}$ Jahren Boguslawski durch 1695, 1548, 1401 und 1106 auf das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung führt, so stimmt damit der Comet des Erdbebens von Achaja nach Aristoteles bis auf zwei, nach Diodor bis auf ein Jahr überein: was, wenn man von der Aehnlichkeit der Bahn etwas wissen könnte, bei wahrscheinlichen Störungen in einer Periode von 1214 Jahren freilich ein sehr geringer Fehler ist. Wenn Pingré in der Cométographie (1783 T. I. p. 259—262), sich auf Diodor und den Archonten Alcisthenes statt Asteus stützend, den in Frage stehenden Cometen im Orion in Ol. 102, und doch in den Anfang Juli 371 vor Christus statt 372 setzt; so liegt der Grund wohl darin, daß er wie einige Astronomen das erste Jahr vor der christlichen Zeitrechnung mit anno 0 bezeichnet. Es ist schließlich zu bemerken, daß Sir John Herschel für den bei hellem Tage, nahe an der Sonne, gesehenen Cometen von 1843 eine ganz andere Umlaufszeit und zwar von 175 Jahren annimmt, was auf die Jahre 1668, 1493 und 1318 führt. (Vergl. Outlines p. 370 bis 372 mit Galle in Olbers Cometenbahnen S. 208 und Kosmos Bd. I. S. 144.) Andere Combinationen von Peirce und Clausen leiten gar auf Umlaufszeiten von $21\frac{4}{5}$ oder $7\frac{1}{5}$ Jahren: — Beweis genug, wie gewagt es ist den Cometen von 1843 auf den Archonten Asteus zurückzuführen. Die Erwähnung eines Cometen unter dem Archonten Nicomachus in den Meteorol. lib. I

cap. 7, 10 gewährt wenigstens den Vortheil, uns zu lehren, daß dieses Werk geschrieben wurde, als Aristoteles wenigstens 44 Jahr alt war. Auffallend hat es mir immer geschienen, daß der große Mann, da er zur Zeit des Erdbebens von Achaja und der Erscheinung des großen Cometen im Orion, mit einem Schweif von 60° Länge, schon 14 Jahr alt war, mit so wenig Lebendigkeit von einem so glänzenden Gegenstande spricht, und sich begnügt ihn unter die Cometen zu zählen, „die zu seiner Zeit gesehen wurden". Die Verwunderung steigt, wenn man in demselben Capitel erwähnt findet, er habe etwas neblichtes, ja eine schwache Mähne (κόμη), um einen Fixstern in dem Hüftbein des Hundes (vielleicht Procyon im Kleinen Hunde) mit eigenen Augen gesehn (Meteorol. I. 6, 9). Auch spricht Aristoteles (I. 6, 11) von seiner Beobachtung der Bedeckung eines Sterns in den Zwillingen durch die Scheibe des Jupiter. Was die dunstige Mähne oder Nebelumhüllung des Procyon (?) betrifft, so erinnert sie mich an eine Erscheinung, von der mehrmals in den alt-mexicanischen Reichs-Annalen nach dem Codex Tellerianus die Rede ist. „Dieses Jahr", heißt es darin, „dampfte (rauchte) wieder Citlalcholoa", der Planet Venus, auch Tlazoteotl im Aztekischen genannt (s. meine Vues des Cordillères T. II. p. 303): wahrscheinlich am griechischen wie am mexicanischen Himmel ein Phänomen atmosphärischer Strahlenbrechung, die Erscheinung kleiner Stern-Höfe (halones).

[13] (S. 563.) Eduard Biot in den Comptes rendus T. XVI. 1843 p. 751.

[14] (S. 564.) Galle in dem Anhange zu Olbers Cometenbahnen S. 221 No. 130. (Ueber den wahrscheinlichen Durchgang des zweischweifigen Cometen von 1823 s. Edinb. Rev. 1848 No. 175 p. 193.) — Die kurz vorher im Text angeführte Abhandlung, die wahren Elemente des Cometen von 1680 enthaltend, vernichtet Halley's phantastische Idee, nach welcher derselbe bei einem vorausgesetzten Umlaufe von 575 Jahren zu allen großen Epochen der Menschengeschichte: zur Zeit der Sündfluth nach hebräischen Sagen, im Zeitalter des Ogyges nach griechischen Sagen, im trojanischen Kriege, bei der Zerstörung von Ninive, bei dem Tode von Julius Cäsar u. s. w., erschienen sei. Die Umlaufszeit ergiebt sich aus Encke's Berechnung zu 8814 Jahren. Seine geringste Entfernung von der Oberfläche der Sonne war am 17 Dec. 1680 nur 32000

geographiſche Meilen, alſo 20000 weniger als die Entfernung der Erde vom Monde. Das Aphel iſt 853,3 Entfernungen der Erde von der Sonne, und das Verhältniß der kleinſten zur größten Entfernung von der Sonne iſt wie 1 : 140000.

[15] (S. 564.) Arago im Annuaire pour 1832 p. 236—255.

[16] (S. 564.) Sir John Herſchel, Outlines § 592.

[17] (S. 564.) Bernhard von Lindenau in Schum. Aſtr. Nachr. No. 698 S. 25.

[18] (S. 565.) Kosmos Bd. III. S. 46—49.

[19] (S. 566.) Le Verrier in den Comptes rendus T. XIX. 1844 p. 982—993.

[20] (S. 567.) Newton nahm für die glänzendſten Cometen nur von der Sonne reflectirtes Licht an. Splendent Cometae, ſagt er, luce Solis a se reflexa (Princ. mathem. ed. Le Seur et Jacquier 1760 T. III. p. 577).

[21] (S. 567.) Beſſel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.

[22] (S. 567.) Kosmos Bd. I. S. 113 und Bd. III. S. 50.

[23] (S. 568.) Valz, Essai sur la détermination de la densité de l'éther dans l'espace planétaire 1830 p. 2 und Kosmos Bd. I. S. 112. Der ſo ſorgfältig und immer unbefangen beobachtende Hevelius war ſchon auf die Vergrößerung der Cometenkerne mit Zunahme der Entfernung von der Sonne aufmerkſam geweſen (Pingré, Cométographie T. II. p. 193). Die Beſtimmungen der Durchmeſſer des Cometen von Encke in der Sonnennähe ſind, wenn man Genauigkeit haben will, ſehr ſchwierig. Der Comet iſt eine neblige Maſſe, in welcher die Mitte oder eine Stelle derſelben die hellſte, ſelbſt hervorſtechend hell, iſt. Von dieſer Stelle aus, die aber nichts von einer Scheibe zeigt und nicht ein Cometenkopf genannt werden kann, nimmt ringsum das Licht ſchnell ab; dabei verlängert ſich der Nebel nach einer Seite hin, ſo daß dieſe Verlängerung als Schweif erſcheint. Die Meſſungen beziehen ſich alſo auf dieſen Nebel, deſſen Umfang, ohne eine recht beſtimmte Grenze zu haben, im Perihel abnimmt.

[24] (S. 568.) Sir John Herſchel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope 1847 § 366 Pl. XV und XVI.

[25] (S. 569.) Wenn man noch ſpäter (5 März) den Abſtand

beider Cometen bis 9° 19′ wachſen ſah, ſo war dieſe Zunahme, wie Plantamour gezeigt hat, nur ſcheinbar und von der Annäherung zur Erde abhängig. Vom Februar bis 10 März blieben beide Theile des Doppelcometen in gleicher Entfernung von einander.

[26] (S. 569.) Le 19 février 1846 on aperçoit le fond noir du ciel qui sépare les deux comètes; O. Struve im Bulletin physico-mathématique de l'Acad. des Sciences de St. Pétersbourg T. VI. No. 4.

[27] (S. 569.) Vergl. Outlines § 580—583; Galle in Olbers Cometenbahnen S. 232.

[28] (S. 570.) »Ephorus non religiosissimae fidei, saepe decipitur, saepe decipit. Sicut hic Cometem, qui omnium mortalium oculis custoditus est, quia ingentis rei traxit eventus, cum Helicen et Burin ortu suo merserit, ait illum discessisse in duas stellas: quod praeter illum nemo tradidit. Quis enim posset observare illud momentum, quo Cometes solutus et in duas partes redactus est? Quomodo autem, si est qui viderit Cometem in duas dirimi, nemo vidit fieri ex duabus?« Seneca, Nat. Quaest. lib. VII cap. 16.

[29] (S. 570.) Eduard Biot, Recherches sur les Comètes de la collection de Ma-tuan-lin in den Comptes rendus T. XX. 1845 p. 334.

[30] (S. 571.) Galle in Olbers Methode der Cometenbahnen S. 232 No. 174. Elliptiſche Bahnen mit verhältnißmäßig nicht ſehr langer Dauer der Umlaufszeiten (ich erinnere an die 3065 und 8800 Jahre der Cometen von 1811 und 1680) bieten dar die Cometen von Colla und Bremiker aus den Jahren 1845 und 1846. Sie ſcheinen Umlaufszeiten von nur 249 und 344 Jahren zu haben. (S. Galle a. a. O. S. 229 und 231.)

[31] (S. 571.) Die kurze Umlaufszeit von 1204 Tagen wurde von Encke bei dem Wiedererſcheinen ſeines Cometen im Jahr 1819 erkannt. S. die zuerſt berechneten elliptiſchen Bahnen im Berl. Aſtron. Jahrbuch für 1822 S. 193, und für die zur Erklärung der beſchleunigten Umläufe angenommene Conſtante des widerſtehenden Mittels Encke's vierte Abhandl. in den Schriften der Berliner Akademie aus dem J. 1844. (Vergl. Arago im Annuaire pour 1832 p. 181; in der Lettre à Mr. Alexandre de Humboldt 1840 p. 12, und Galle in Olbers

Cometenbahnen S. 221.) Zur Geſchichte des Cometen von Encke iſt noch hier zu erinnern: daß derſelbe, ſo weit die Kunde der Beobachtungen reicht, zuerſt von Méchain den 17 Jan. 1786 an zwei Tagen geſehen wurde; dann von Miß Carolina Herſchel den 7—27 Nov. 1795; darauf von Bouvard, Pons und Huth den 20 Oct. — 19 Nov. 1805; endlich, als zehnte Wiederkehr ſeit Méchain's Entdeckung im J. 1786, vom 26 Nov. 1818 bis 12 Jan. 1819 von Pons. Die erſte von Encke vorausberechnete Wiederkehr wurde von Rümker zu Paramatta beobachtet. (Galle a. a. O. S. 215, 217, 221 und 222.) — Der Biela'ſche oder, wie man auch ſagt, der Gambart-Biela'ſche innere Comet iſt zuerſt am 8 März 1772 von Montaigne, dann von Pons am 10 Nov. 1805, danach am 27 Febr. 1826 zu Joſephſtadt in Böhmen von Herrn von Biela und am 9 März zu Marſeille von Gambart geſehen. Der frühere Wiederentdecker des Cometen von 1772 iſt zweifelsohne Biela und nicht Gambart; dagegen aber hat der Letztere (Arago im Annuaire von 1832 p. 184 und in den Comptes rendus T. III. 1836 p. 415) früher als Biela, und faſt zugleich mit Clauſen, die elliptiſchen Elemente beſtimmt. Die erſte vorausberechnete Wiederkehr des Biela'ſchen Cometen ward im October und December 1832 von Henderſon am Vorgebirge der guten Hoffnung beobachtet. Die ſchon erwähnte wunderſame Verdoppelung des Biela'ſchen Cometen durch Theilung erfolgte bei ſeiner 11ten Wiederkehr ſeit 1772, am Ende des Jahres 1845. (S. Galle bei Olbers S. 214, 218, 224, 227 und 232.)

[32] (S. 572.) Outlines § 601.

[33] (S. 573.) Laplace, Expos. du Système du Monde p. 396 und 414. Der Laplaciſchen ſpeciellen Anſicht von den Cometen als „wandernden Nebelflecken (petites nébuleuses errantes de systèmes en systèmes solaires)" ſtehen die Fortſchritte, welche ſeit dem Tode des großen Mannes in der Auflöslichkeit ſo vieler Nebelflecke in gedrängte Sternhaufen gemacht worden ſind, mannigfach entgegen; auch der Umſtand, daß die Cometen einen Antheil von zurückgeworfenem, polariſirtem Lichte haben, welcher den ſelbſtleuchtenden Weltkörpern mangelt. Vergl. Kosmos Bd. III. S. 180, 320, 329, 357 (Anm. 25 und 26) und 362 (Anm. 46).

[34] (S. 574.) Zu Babylon in der gelehrten chaldäiſchen Schule

der Aſtrologen, wie bei den Pythagoreern, und eigentlich bei allen alten Schulen, gab es Spaltung der Meinungen. Seneca (Nat. Quaest. VII, 3) führt die einander entgegengeſetzten Zeugniſſe des Apollonius Myndius und des Epigenes an. Der Letztere gehört zu den ſelten Genannten; doch bezeichnet ihn Plinius (VII, 57) als »gravis auctor in primis«, wie auch ohne Lob Cenſorinus de die natali cap. 17, und Stob. Ecl. phys. I, 29 p. 586 ed. Heeren (vergl. Lobeck, Aglaoph. p. 341). Diodor (XV, 50) glaubt, daß die allgemeine und herrſchende Anſicht bei den babyloniſchen Aſtrologen (den Chaldäern) die war: daß die Cometen zu feſtbeſtimmten Zeiten in ihren ſicheren Bahnen wiederkehren. Der Zwieſpalt, welcher unter den Pythagoreern über die planetariſche Natur der Cometen herrſchte, und welchen Ariſtoteles (Meteorol. lib. I cap. 6,1) und Pſeudo-Plutarch (de plac. Philos. lib. III cap. 2) andeuten, dehnte ſich nach dem Erſteren (Meteor. I. 8,2) auch auf die Natur der Milchſtraße, den verlaſſenen Weg der Sonne oder des geſtürzten Phaethon, aus (vergl. Letronne in den Mém. de l'Acad. des Inscriptions 1839 T. XII. p. 108). Von einigen der Pythagoreer wird die Meinung bei Ariſtoteles angeführt: „daß die Cometen zur Zahl ſolcher Planeten gehören, die erſt nach langer Zeit, wie Merkur, ſichtbar werden können, über den Horizont in ihrem Laufe aufſteigend". Bei dem ſo fragmentariſchen Pſeudo-Plutarch heißt es: daß ſie „zu feſt beſtimmten Zeiten nach vollbrachtem Umlaufe aufgehen". Vieles in abgeſonderten Schriften über die Natur der Cometen enthaltene iſt uns verloren gegangen: von Arrian, den Stobäus benutzen konnte; von Charimander, deſſen bloßer Name ſich nur bei Seneca und Pappus erhalten hat. Stobäus führt als Meinung der Chaldäer an (Eclog. lib. I cap. 25 p. 61, Chriſt. Plantinus): daß die Cometen eben deshalb ſo ſelten uns ſichtbar bleiben, weil ſie in ihrem langen Laufe ſich fern von uns in die Tiefen des Aethers (des Weltraums) verbergen, wie die Fiſche in den Tiefen des Oceans. Das Anmuthigſte und, trotz der rhetoriſchen Färbung, das Gründlichſte und mit den jetzigen Meinungen Uebereinſtimmendſte gehört im Alterthum dem Seneca zu. Wir leſen Nat. Quaest. lib. VII cap. 22, 25 und 31: »Non enim existimo Cometem subitaneum ignem, sed inter aeterna opera naturae. — Quid enim miramur, cometas, tam rarum mundi spectaculum,

nondum teneri legibus certis? nec initia illorum finesque patescere, quorum ex ingentibus intervallis recursus est? Nondum sunt anni quingenti, ex quo Graecia ..... stellis numeros et nomina fecit. Multaeque hodie sunt gentes, quae tantum facie noverint caelum; quae nondum sciant, cur luna deficiat, quare obumbretur. Hoc apud nos quoque nuper ratio ad certum perduxit. Veniet tempus, quo ista, quae nunc latent, in lucem dies extrahat et longioris aevi diligentia. — Veniet tempus, quo posteri nostri tam aperta nos nescisse mirentur. — Eleusis servat, quod ostendat revisentibus. Rerum natura sacra sua non simul tradit. Initiatos nos credimus; in vestibulo ejus haeremus. Illa arcana non promiscue nec omnibus patent, reducta et in interiore sacrario clausa sunt. Ex quibus aliud haec aetas, alliud quae post nos subibit, dispiciet. Tarde magna proveniunt .....«

IV.

Ring des Thierkreislichtes.

In unſrem formenreichen Sonnenſyſteme ſind Exiſtenz, Ort und Geſtaltung vieler einzelnen Glieder ſeit kaum dritte-halbhundert Jahren und in langen Zwiſchenräumen der Zeit allmälig erkannt worden: zuerſt die untergeordneten oder Particular-Syſteme, in denen, dem Hauptſyſteme der Sonne analog, geballte kleinere Weltkörper einen größeren umkreiſen; dann concentriſche Ringe um einen, und zwar den ſatellitenreichſten, der unbichteren und äußeren Hauptplaneten; dann das Daſein und die wahrſcheinliche materielle Urſach des milden, pyramidal geſtalteten, dem unbewaffneten Auge ſehr ſichtbaren Thierkreislichtes; dann die ſich gegenſeitig ſchneidenden, zwiſchen den Gebieten zweier Hauptplaneten eingeſchloſſenen, außerhalb der Zodiacal-Zone liegenden Bahnen der ſogenannten kleinen Planeten oder Aſteroiden; endlich die merkwürdige Gruppe von inneren Cometen, deren Aphele kleiner als die Aphele des Saturn, des Uranus oder des Neptun ſind. In einer kosmiſchen Darſtellung des Weltraumes iſt es nöthig an eine Verſchiedenartigkeit der Glieder des Sonnenſyſtems zu erinnern, welche keineswegs Gleichartigkeit des Urſprungs und dauernde Abhängigkeit der bewegenden Kräfte ausſchließt.

So groß auch noch das Dunkel iſt, welches die materielle Urſach des Thierkreislichtes umhüllt; ſo ſcheint doch, bei der

mathematiſchen Gewißheit, daß die Sonnen-Atmoſphäre nicht weiter als bis zu $\frac{9}{20}$ des Merkur-Abſtandes reichen könne, die von Laplace, Schubert, Arago, Poiſſon und Biot vertheidigte Meinung, nach der das Zodiacallicht aus einem dunſtartigen, abgeplatteten, frei im Weltraum zwiſchen der Venus- und Marsbahn kreiſenden Ringe ausſtrahle, in dem gegenwärtigen ſehr mangelhaften Zuſtande der Beobachtungen die befriedigendſte zu ſein. Die äußerſte Grenze der Atmoſphäre hat ſich bei der Sonne wie im Saturn (einem untergeordneten Syſteme) nur bis dahin ausdehnen können, wo die Attraction des allgemeinen oder partiellen Centralkörpers der Schwungkraft genau das Gleichgewicht hält; jenſeits mußte die Atmoſphäre nach der Tangente entweichen, und geballt als kugelförmige Planeten und Trabanten, oder nicht geballt zu Kugeln als feſte und dunſtförmige Ringe den Umlauf fortſetzen. Nach dieſer Betrachtung tritt der Ring des Zodiacallichts in die Categorie planetariſcher Formen, welche den allgemeinen Bildungsgeſetzen unterworfen ſind.

Bei den ſo geringen Fortſchritten, welche auf dem Wege der Beobachtung dieſer vernachläſſigte Theil unſrer aſtronomiſchen Kenntniſſe macht, habe ich wenig zu dem zuzuſetzen, was, fremder und eigener Erfahrung entnommen, ich früher in dem Naturgemälde (Bd. I. S. 142—149 und 409—414 Anm. 61—78; Bd. III. S. 323) entwickelt habe. Wenn 22 Jahre vor Dominique Caſſini, dem man gemeinhin die erſte Wahrnehmung des Zodiacallichtes zuſchreibt, ſchon Childrey (Caplan des Lords Henry Somerſet) in ſeiner 1661 erſchienenen Britannia Baconica daſſelbe als eine vorher unbeſchriebene und von ihm mehrere Jahre lang im Februar und Anfang März geſehene Erſcheinung der Aufmerkſamkeit

der Aſtronomen empfiehlt; ſo muß ich (nach einer Bemerkung von Olbers) auch eines Briefes von Rothmann an Tycho erwähnen, aus welchem hervorgeht, daß Tycho ſchon am Ende des 16ten Jahrhunderts den Zodiacalſchein ſah und für eine abnorme Frühjahrs-Abenddämmerung hielt. Die auffallend ſtärkere Licht-Intenſität der Erſcheinung in Spanien, an der Küſte von Valencia und in den Ebenen Neu-Caſtiliens, hat mich zuerſt, ehe ich Europa verließ, zu anhaltender Beobachtung angeregt. Die Stärke des Lichtes, man darf ſagen der Erleuchtung, nahm überraſchend zu, je mehr ich mich in Südamerika und in der Südſee dem Aequator näherte. In der ewig trocknen, heiteren Luft von Cumana, in den Grasſteppen (Llanos) von Caracas, auf den Hochebenen von Quito und der mexicaniſchen Seen, beſonders in Höhen von acht- bis zwölftauſend Fuß, in denen ich länger verweilen konnte, übertraf der Glanz bisweilen den der ſchönſten Stellen der Milchſtraße zwiſchen dem Vordertheile des Schiffes und dem Schützen, oder, um Theile unſerer Hemiſphäre zu nennen, zwiſchen dem Adler und Schwan.

Im ganzen aber hat mir der Glanz des Zodiacallichtes keineswegs merklich mit der Höhe des Standorts zu wachſen, ſondern vielmehr hauptſächlich von der inneren Veränderlichkeit des Phänomens ſelbſt, von der größeren oder geringeren Intenſität des Lichtproceſſes abzuhangen geſchienen: wie meine Beobachtungen in der Südſee zeigen, in welchen ſogar ein Gegenſchein gleich dem bei dem Untergang der Sonne bemerkt ward. Ich ſage: hauptſächlich; denn ich verneine nicht die Möglichkeit eines gleichzeitigen Einfluſſes der Luftbeſchaffenheit (größeren und geringeren Diaphanität) der höchſten Schichten der Atmoſphäre, während meine Inſtrumente

in den unteren Schichten gar keine oder vielmehr günstige Hygrometer-Veränderungen andeuteten. Fortschritte in unserer Kenntniß des Thierkreislichtes sind vorzüglich aus der Tropengegend zu erwarten, wo die meteorologischen Processe die höchste Stufe der Gleichförmigkeit oder Regelmäßigkeit in der Periodicität der Veränderungen erreichen. Das Phänomen ist dort perpetuirlich; und eine sorgfältige Vergleichung der Beobachtungen an Punkten verschiedener Höhe und unter verschiedenen Localverhältnissen würde mit Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung entscheiden, was man kosmischen Lichtprocessen, was bloßen meteorologischen Einflüssen zuschreiben soll.

Es ist mehrfach behauptet worden, daß in Europa in mehreren auf einander folgenden Jahren fast gar kein Thierkreislicht oder doch nur eine schwache Spur desselben gesehen worden sei. Sollte in solchen Jahren das Licht auch in der Aequinoctial-Zone verhältnißmäßig geschwächt erscheinen? Die Untersuchung müßte sich aber nicht auf die Gestaltung nach Angabe der Abstände von bekannten Sternen oder nach unmittelbaren Messungen beschränken. Die Intensität des Lichts, seine Gleichartigkeit oder seine etwanige Intermittenz (Zucken und Flammen), seine Analyse durch das Polariscop wären vorzugsweise zu erforschen. Bereits Arago (Annuaire pour 1836 p. 298) hat darauf hingedeutet, daß vergleichende Beobachtungen von Dominique Cassini vielleicht klar erweisen würden: »que la supposition des intermittences de la diaphanité atmosphérique ne saurait suffire à l'explication des variations signalées par cet Astronome«.

Gleich nach den ersten Pariser Beobachtungen dieses großen Beobachters und seines Freundes Fatio de Duillier reiste sich Liebe zu ähnlicher Arbeit bei indischen Reisenden

(Pater Noël, de Bèze und Duhalde); aber vereinzelte Berichte (meiſt nur ſchildernd die Freude über den ungewohnten Anblick) ſind zur gründlichen Discuſſion der Urſachen der Veränderlichkeit unbrauchbar. Nicht auf ſchnellen Reiſen auf den ſogenannten Weltumſeglungen, wie noch in neuerer Zeit die Bemühungen des thätigen Horner zeigen (Zach, monatl. Correſp. Bd. X. S. 337—340), können ernſt zum Zwecke führen. Nur ein mehrjähriger permanenter Aufenthalt in einigen der Tropenländer kann die Probleme veränderter Geſtaltung und Licht-Intenſität löſen. Daher iſt am meiſten für den Gegenſtand, welcher uns hier beſchäftigt, wie für die geſammte Meteorologie von der endlichen Verbreitung wiſſenſchaftlicher Cultur über die Aequinoctial-Welt des ehemaligen ſpaniſchen Amerika zu erwarten, da, wo große volkreiche Städte: Cuzco, la Paz, Potoſi, zwiſchen 10700 und 12500 Fuß über dem Meere liegen. Die numeriſchen Reſultate, zu denen Houzeau, auf eine freilich nur geringe Zahl vorhandener genauer Beobachtungen geſtützt, hat gelangen können, machen es wahrſcheinlich, daß die große Axe des Zodiacalſchein-Ringes eben ſo wenig mit der Ebene des Sonnen-Aequators zuſammenfällt, als die Dunſtmaſſe des Ringes, deren Molecular-Zuſtand uns ganz unbekannt iſt, die Erdbahn überſchreitet. (Schum. Aſtr. Nachr. No. 492.)

V.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine.

Seit dem Frühjahr 1845, in dem ich das Naturgemälde oder die allgemeine Uebersicht kosmischer Erscheinungen herausgegeben, sind die früheren Resultate der Beobachtung von Aërolithenfällen und periodischen Sternschnuppenströmen mannigfaltig erweitert und berichtigt worden. Vieles wurde einer strengeren und sorgfältigeren Kritik unterworfen: besonders die, für das Ganze des räthselhaften Phänomens so wichtige Erörterung der Radiation, d. h. der Lage der Ausgangspunkte in den wiederkehrenden Epochen der Sternschnuppenschwärme. Auch ist die Zahl solcher Epochen, von welchen lange die August- und die November-Periode allein die Aufmerksamkeit auf sich zogen, durch neuere Beobachtungen vermehrt worden, deren Resultate einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit darbieten. Man ist durch die verdienstvollen Bemühungen, zuerst von Brandes, Benzenberg, Olbers und Bessel; später von Erman, Boguslawski, Quetelet, Feldt, Saigey, Eduard Heis und Julius Schmidt: zu genaueren correspondirenden Messungen übergegangen; und ein mehr verbreiteter mathematischer Sinn hat es schwieriger gemacht, durch Selbsttäuschung einem vorgefaßten Theorem unsichere Beobachtungen anzupassen.

Die Fortschritte in dem Studium der Feuermeteore werden um so schneller sein, als man unpartheiisch Thatsachen von

Meinungen trennt, die Einzelheiten prüft: aber nicht als ungewiß und ſchlecht beobachtet alles verwirft, was man jetzt noch nicht zu erklären weiß. Am wichtigſten ſcheint mir Abſonderung der phyſiſchen Verhältniſſe von den, im ganzen ſicherer zu ergründenden, geometriſchen und Zahlen-Verhältniſſen. Zu der letzteren Claſſe gehören: Höhe; Geſchwindigkeit; Einheit oder Mehrfachheit der Ausgangspunkte bei erkannter Radiation; mittlere Zahl der Feuermeteore in ſporadiſchen oder periodiſchen Erſcheinungen, nach Frequenz auf daſſelbe Zeitmaaß reducirt; Größe und Geſtaltung, in Zuſammenhang mit den Jahreszeiten oder mit den Abſtänden von der Mitte der Nacht betrachtet. Die Ergründung beider Arten von Verhältniſſen, der phyſiſchen wie der geometriſchen, wird allmälig zu einem und demſelben Ziele, zu genetiſchen Betrachtungen über die innere Natur der Erſcheinung, führen.

Ich habe ſchon früher darauf hingewieſen, daß wir im ganzen mit den Welträumen und dem, was ſie erfüllt, nur in Verkehr ſtehen durch licht- und wärmeerregende Schwingungen; wie durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Maſſen (Weltkörper) nach der Quantität ihrer Körpertheilchen auf unſeren Erdball, deſſen Oceane und Luftumhüllung ausüben. Die Lichtſchwingung, welche von dem kleinſten teleſcopiſchen Fixſterne, aus einem auflöslichen Nebelflecke ausgeht, und für die unſer Auge empfänglich iſt, bringt uns (wie es die ſichere Kenntniß von der Geſchwindigkeit und Aberration des Lichtes mathematiſch darthut) ein Zeugniß von dem älteſten Daſein der Materie.[1] Ein Licht-Eindruck aus den Tiefen der ſterngefüllten Himmelsräume führt uns mittelſt einer einfachen

Gedankenverbindung über eine Myriade von Jahrhunderten in die Tiefen der Vorzeit zurück. Wenn auch die Licht-Eindrücke, welche Sternschnuppenströme, aërolithen-schleudernde Feuerkugeln oder ähnliche Feuermeteore geben, ganz verschiedener Natur sein mögen: wenn sie sich auch erst entzünden, indem sie in die Erd-Atmosphäre gelangen; so bietet doch der fallende Aërolith das einzige Schauspiel einer materiellen Berührung von etwas dar, das unserem Planeten fremd ist. Wir erstaunen, „metallische und erdige Massen, welche der Außenwelt, den himmlischen Räumen angehören, betasten, wiegen, chemisch zersetzen zu können"; in ihnen heimische Mineralien zu finden, die es wahrscheinlich machen, wie dies schon Newton vermuthete, daß Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern, zu einem Planetensysteme gehören, großentheils dieselben sind.[2]

Die Kenntniß von den ältesten, chronologisch sicher bestimmten Aërolithenfällen verdanken wir dem Fleiß der alles registrirenden Chinesen. Solche Nachrichten steigen bis in das Jahr 644 vor unsrer Zeitrechnung hinauf: also bis zu den Zeiten des Tyrtäus und des zweiten messenischen Krieges der Spartaner, 176 Jahre vor dem Fall der ungeheuren Meteormasse bei Aegos Potamoi. Eduard Biot hat in Ma-tuan-lin, welcher Auszüge aus der astronomischen Section der ältesten Reichs-Annalen enthält, für die Epoche von der Mitte des 7ten Jahrhunderts vor Chr. bis 333 Jahre nach Chr. 16 Aërolithenfälle aufgefunden: während daß griechische und römische Schriftsteller für denselben Zeitraum nur 4 solche Erscheinungen anführen.

Merkwürdig ist es, daß die ionische Schule früh schon, übereinstimmend mit unsren jetzigen Meinungen, den kosmi-

ſchen Urſprung der Meteorſteine annahm. Der Eindruck, welchen eine ſo großartige Erſcheinung als die bei Aegos Potamoi (an einem Punkte, welcher 62 Jahre ſpäter durch den, den peloponneſiſchen Krieg beendigenden Sieg des Lyſander über die Athener noch berühmter ward) auf alle helleniſche Völkerſchaften machte, mußte auf die Richtung und Entwickelung der ioniſchen Phyſiologie[3] einen entſcheidenden und nicht genug beachteten Einfluß ausüben. Anaxagoras von Clazomenä war in dem reifen Alter von 32 Jahren, als jene Naturbegebenheit vorfiel. Nach ihm ſind die Geſtirne von der Erde durch die Gewalt des Umſchwunges abgeriſſene Maſſen (Plut. de plac. Philos. III, 13). Der ganze Himmel, meint er, ſei aus Steinen zuſammengeſetzt (Plato de legib. XII p. 967). Die ſteinartigen feſten Körper werden durch den feurigen Aether in Gluth geſetzt, ſo daß ſie das vom Aether ihnen mitgetheilte Licht zurückſtrahlen. Tiefer als der Mond, und noch zwiſchen ihm und der Erde, bewegen ſich, ſagt Anaxagoras nach dem Theophraſt (Stob. Eclog. phys. lib. I pag. 560), noch andere dunkle Körper, die auch Mondverfinſterungen hervorbringen können (Diog. Laert. II, 12; Origenes, Philosophum. cap. 8). Noch deutlicher, und gleichſam bewegter von dem Eindruck des großen Aërolithenfalles, drückt ſich Diogenes von Apollonia, der, wenn er auch nicht ein Schüler des Anaximenes iſt[4], doch wahrſcheinlich einer Zeitepoche zwiſchen Anaxagoras und Democritus angehört, über den Weltbau aus. Nach ihm „bewegen ſich", wie ich ſchon an einem Orte angeführt, „mit den ſichtbaren Sternen auch unſichtbare (dunkle) Steinmaſſen, die deshalb unbenannt bleiben. Letztere fallen bisweilen auf die Erde herab und verlöſchen: wie

es geſchehen iſt mit dem ſteinernen Stern, welcher bei Aegos Potamoi gefallen iſt." (Stob. Eclog. p. 508.)[5]

Die „Meinung einiger Phyſiker" über Feuermeteore (Sternſchnuppen und Aërolithen), welche Plutarch im Leben des Lyſander (cap. 12) umſtändlich entwickelt, iſt ganz die des cretenſiſchen Diogenes. „Sternſchnuppen", heißt es dort, „ſind nicht Auswürfe und Abflüſſe des ätheriſchen Feuers, welche, wenn ſie in unſeren Luftkreis kommen, nach der Entzündung erlöſchen; ſie ſind vielmehr Wurf und Fall himmliſcher Körper: dergeſtalt, daß ſie durch ein Nachlaſſen des Schwunges herabgeſchleudert werden."[6] Von dieſer Anſicht des Weltbaues, von der Annahme dunkler Weltkörper, die auf unſere Erde herabfallen, finden wir nichts in den Lehren der alten ioniſchen Schule, von Thales und Hippo bis zum Empedocles.[7] Der Eindruck der Naturbegebenheit in der 78ten Olympiade ſcheint die Ideen des Falles dunkler Maſſen mächtig hervorgerufen zu haben. In dem ſpäten Pſeudo-Plutarch (Plac. II, 13) leſen wir bloß: daß der Mileſier Thales „die Geſtirne alle für irdiſche und feurige Körper (*γεώδη καὶ ἔμπυρα*)" hielt. Die Beſtrebungen der früheren ioniſchen Phyſiologie waren gerichtet auf das Erſpähen des Urgrundes der Dinge, des Entſtehens durch Miſchung, ſtufenweiſe Veränderung und Uebergänge der Stoffe in einander; auf die Proceſſe des Werdens durch Erſtarrung oder Verdünnung. Des Umſchwungs der Himmelsſphäre, „welcher die Erde im Mittelpunkt feſthält", gedenkt allerdings ſchon Empedocles als einer wirkſam bewegenden kosmiſchen Kraft. Da in dieſen erſten Anklängen phyſikaliſcher Theorien der Aether, die Feuerluft, ja das Feuer ſelbſt die Expanſivkraft der Wärme darſtellt: ſo knüpfte ſich an die

hohe Region des Aethers die Idee des treibenden, von der Erde Felsstücke wegreißenden Umschwunges. Daher nennt Aristoteles (Meteorol. I, 339 Bekker) den Aether „den ewig im Lauf begriffenen Körper", gleichsam das nächste Substratum der Bewegung; und sucht etymologische Gründe[8] für diese Behauptung. Deshalb finden wir in der Biographie des Lysander: „daß das Nachlassen der Schwungkraft den Fall himmlischer Körper verursacht"; wie auch an einem anderen Orte, wo Plutarch offenbar wieder auf Meinungen des Anaragoras oder des Diogenes von Apollonia hindeutet (de facie in orbe Lunae pag. 923), er die Behauptung aufstellt: „daß der Mond, wenn seine Schwungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde, wie der Stein in der Schleuder"[9]. So sehen wir in diesem Gleichniß nach der Annahme eines centrifugalen Umschwunges, welchen Empedocles in der (scheinbaren) Umdrehung der Himmelskugel erkannte, allmälig als idealen Gegensatz eine Centripetalkraft auftreten. Diese Kraft wird eigens und deutlicher bezeichnet von dem scharfsinnigsten aller Erklärer des Aristoteles, Simplicius (pag. 491, Bekker). Er will das Nicht-Herabfallen der Weltkörper dadurch erklären: „daß der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten". Dies sind die ersten Ahndungen über wirkende Centralkräfte; und, gleichsam auch die Trägheit der Materie anerkennend, schreibt zuerst der Alexandriner Johannes Philoponus, Schüler des Ammonius Hermeä, wahrscheinlich auch aus dem 6ten Jahrhundert, „die Bewegung der kreisenden Planeten einem primitiven Stoße" zu, welchen er sinnig (de creatione mundi lib. I cap. 12) mit der Idee des „Falles, eines Strebens aller schweren und leichten Stoffe

gegen die Erde", verbindet. So haben wir verſucht zu zeigen, wie eine große Naturerſcheinung und die früheſte, rein kosmiſche Erklärung eines Aërolithenfalles weſentlich dazu beigetragen hat, im griechiſchen Alterthume ſtufenweiſe, aber freilich nicht durch mathematiſche Gedankenverbindung, die Keime von dem zu entwickeln, was, durch die Geiſtesarbeit der folgenden Jahrhunderte gefördert, zu den von Huygens entdeckten Geſetzen der Kreisbewegung führte.

Von den geometriſchen Verhältniſſen der periodiſchen (nicht ſporadiſchen) Sternſchnuppen beginnend, richten wir unſere Aufmerkſamkeit vorzugweiſe auf das, was neuere Beobachtungen über die Radiation oder die Ausgangspunkte der Meteore, und über ihre ganz planetariſche Geſchwindigkeit offenbart haben. Beides, Radiation und Geſchwindigkeit, charakteriſirt ſie mit einem hohen Grade der Wahrſcheinlichkeit als leuchtende Körper, die ſich als unabhängig von der Rotation der Erde zeigen, und von außen, aus dem Weltraume, in unſere Atmoſphäre gelangen. Die nordamerikaniſchen Beobachtungen der November-Periode bei den Sternſchnuppenfällen von 1833, 1834 und 1837 hatten als Ausgangspunkt den Stern γ Leonis bezeichnen laſſen; die Beobachtungen des Auguſt-Phänomens im Jahr 1839 Algol im Perſeus, oder einen Punkt zwiſchen dem Perſeus und dem Stier. Es waren dieſe Radiations-Centra ohngefähr die Sternbilder, gegen welche hin ſich etwa in derſelben Epoche die Erde bewegte.[10] Saigey, der die amerikaniſchen Beobachtungen von 1833 einer ſehr genauen Unterſuchung unterworfen hat, bemerkt: daß die fixe Radiation aus dem Sternbild des Löwen eigentlich nur nach Mitternacht, in den letzten 3 bis 4 Stunden vor Anbruch des Tages,

bemerkt worden ist; daß von 18 Beobachtern zwischen der Stadt Mexico und dem Huronen-See nur 10 denselben allgemeinen Ausgangspunkt der Meteore erkannten[11], welchen Denison Olmsted, Professor der Mathematik in New-Haven (Massachusetts), angab.

Die vortreffliche Schrift des Oberlehrers Eduard Heis zu Aachen, welche, zehn Jahre lang von ihm daselbst angestellte, sehr genaue Beobachtungen über periodische Sternschnuppen in gedrängter Kürze darbietet, enthält Resultate der Radiations-Erscheinungen, welche um so wichtiger sind, als der Beobachter sie mit mathematischer Strenge discutirt hat. Nach ihm[12] „ist es eigenthümlich für die Sternschnuppen der November-Periode, daß die Bahnen mehr zerstreut sind als die der August-Periode. In jeder der beiden Perioden sind die Ausgangspunkte gleichzeitig mehrfach gewesen; keinesweges immer von demselben Sternbilde ausgehend, wie man seit dem Jahre 1833 voreilig anzunehmen geneigt war." Heis findet in den August-Perioden der Jahre 1839, 1841, 1842, 1843, 1844, 1847 und 1848 neben dem Hauptausgangspunkt des Algol im Perseus noch zwei andere: im Drachen und im Nordpol.[13] „Um genaue Resultate über die Ausgangspunkte der Sternschnuppen-Bahnen in der November-Periode für die Jahre 1839, 1841, 1846 und 1847 zu ziehen, wurden für einen jeden der 4 Punkte (Perseus, Löwe, Cassiopeja und Drachenkopf) einzeln die zu demselben gehörigen Mittelbahnen auf eine 30zöllige Himmelskugel aufgezeichnet, und jedesmal die Lage des Punktes ermittelt, von welchem die meisten Bahnen ausgingen. Die Untersuchung ergab, daß von 407 der Bahn nach verzeichneten Sternschnuppen 171

aus dem Perseus nahe beim Sterne η im Meduſenhaupte, 83 aus dem Löwen, 35 aus der Caſſiopeja in der Nähe des veränderlichen Sternes α, 40 aus dem Drachenkopfe, volle 78 aber aus unbeſtimmten Punkten kamen. Die Zahl der aus dem Perſeus ausſtrahlenden Sternſchnuppen betrug alſo faſt doppelt ſo viel als die des Löwen." [14]

Die Radiation aus dem Perſeus hat ſich demnach in beiden Perioden als ein ſehr merkwürdiges Reſultat erwieſen. Ein ſcharfſinniger, acht bis zehn Jahre mit den Meteor-Phänomenen beſchäftigter Beobachter, Julius Schmidt, Adjunct an der Sternwarte zu Bonn, äußert ſich über dieſen Gegenſtand mit großer Beſtimmtheit in einem Briefe an mich (Juli 1851): „Abſtrahire ich von den reichen Sternſchnuppenfällen im November 1833 und 1834, ſo wie von einigen ſpäteren der Art, wo der Punkt im Löwen ganze Schaaren von Meteoren ausſandte; ſo bin ich gegenwärtig geneigt den Perſeus-Punkt als denjenigen Convergenzpunkt zu betrachten, welcher nicht bloß im Auguſt, ſondern das ganze Jahr hindurch die meiſten Meteore liefert. Dieſer Punkt liegt, wenn ich die aus 478 Beobachtungen von Heis ermittelten Werthe zum Grunde lege, in RA. $50^{0},3$ und Decl. $51^{0},5$ (gültig für 1844,6). Im Nov. 1849 (7ten—14ten) ſah ich ein paar hundert Sternſchnuppen mehr, als ich ſeit 1841 je im Nov. bemerkt hatte. Von dieſen kamen im ganzen nur wenige aus dem Löwen, bei weitem die meiſten gehörten dem Sternbild des Perſeus an. Daraus folgt, wie mir ſcheint, daß das große November-Phänomen von 1799 und 1833 damals (1841) nicht erſchienen iſt. Auch glaubte Olbers an eine Periode von 34 Jahren für das Maximum der November-Erſcheinung (Kosmos Bd. I. S. 132). Wenn

man die Richtungen der Meteor-Bahnen in ihrer ganzen Complication und periodiſchen Wiederkehr betrachtet: ſo findet man, daß es gewiſſe Radiationspunkte giebt, die immer vertreten ſind; andere, die nur ſporadiſch und wechſelnd erſcheinen."

Ob übrigens die verſchiedenen Ausgangspunkte mit den Jahren ſich ändern: was, wenn man geſchloſſene Ringe annimmt, eine Veränderung in der Lage der Ringe andeuten würde, in welchen die Meteore ſich bewegen; läßt ſich bis jetzt nicht mit Sicherheit aus den Beobachtungen beſtimmen. Eine ſchöne Reihe ſolcher Beobachtungen von Houzeau (aus den Jahren 1839 bis 1842) ſcheint gegen eine progreſſive Veränderung zu zeugen. [15] Daß man im griechiſchen und römiſchen Alterthum ſchon auf eine gewiſſe temporäre Gleichförmigkeit in der Richtung der am Himmelsgewölbe hinſchießenden Sternſchnuppen aufmerkſam geweſen iſt, hat ſehr richtig Eduard Heis [16] bemerkt. Jene Richtung wurde damals als Folge eines in den höheren Luftregionen bereits wehenden Windes betrachtet, und verkündigte den Schiffenden einen bald aus derſelben Weltgegend eintretenden und herabſteigenden Luftſtrom in der niedrigeren Region.

Wenn die periodiſchen Sternſchnuppenſtröme ſich von den ſporadiſchen ſchon durch häufigen Parallelismus der Bahnen, ſtrahlend aus einem oder mehreren Ausgangspunkten, unterſcheiden; ſo iſt ein zweites Criterium derſelben das numeriſche: die Menge der einzelnen Meteore, auf ein beſtimmtes Zeitmaaß zurückgeführt. Wir kommen hier auf die vielbeſtrittene Aufgabe der Unterſcheidung eines außerordentlichen Sternſchnuppenfalles von einem gewöhnlichen. Als Mittelzahl der Meteore, welche in dem Geſichtskreis einer Perſon

an nicht außerordentlichen Tagen stündlich zu rechnen sind, gab von zwei vortrefflichen Beobachtern, Olbers und Quetelet, der eine 5 bis 6, der andere 8 Meteore an.[17] Zur Erörterung dieser Frage, welche so wichtig als die Bestimmung der Bewegungsgesetze der Sternschnuppen in Hinsicht auf ihre Richtung ist, wird die Discussion einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen erfordert. Ich habe mich deshalb mit Vertrauen an den schon oben genannten Beobachter, Herrn Julius Schmidt zu Bonn, gewandt, der, lange an astronomische Genauigkeit gewöhnt, mit der ihm eignen Lebendigkeit das Ganze des Meteor-Phänomens umfaßt: von welchem die Bildung der Aërolithen und ihr Herabstürzen zur Erde ihm nur eine einzelne, die seltenste, und darum nicht die wichtigste Phase zu sein scheint. Folgendes sind die Hauptresultate der erbetenen Mittheilungen.[18]

„Als Mittelzahl von vielen Jahren der Beobachtung (zwischen 3 und 8 Jahren) ist für die Erscheinung sporadischer Sternschnuppen ein Fall von 4 bis 5 in der Stunde gefunden worden. Das ist der gewöhnliche Zustand, wenn nichts Periodisches eintritt. Die Mittelzahlen in den einzelnen Monaten geben sporadisch für die Stunde:

Januar 3,4; Februar —; März 4,9; April 2,4; Mai 3,9; Juni 5,3; Juli 4,5; August 5,3; September 4,7; October 4,5; November 5,3; December 4,0.

Bei den periodischen Meteorfällen kann man im Mittel in jeder Stunde über 13 oder 15 erwarten. Für eine einzelne Periode, die des August, den Strom des heil. Laurentius, ergaben sich vom Sporadischen zum Periodischen folgende allmälige Zunahmen im Mittel von 3 bis 8 Jahren der Beobachtung:

Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:
6 August	6	1
7 „	11	3
8 „	15	4
9 „	29	8
10 „	31	6
11 „	19	5
12 „	7	3

Das letzte Jahr, 1851, also ein einzelnes, gab für die Stunde, trotz des hellen Mondscheins:

am 7 August	3	Meteore
8 „	8	„
9 „	16	„
10 „	18	„
11 „	3	„
12 „	1	Meteor.

(Nach Heis wurden beobachtet am 10 August:

1839 in 1 Stunde	160	Meteore
1841 ————	43	„
1848 ————	50	„

In 10 Minuten fielen 1842 im August-Meteorstrome zur Zeit des Maximums 34 Sternschnuppen.) Alle diese Zahlen beziehen sich auf den Gesichtskreis Eines Beobachters. Seit dem Jahre 1838 sind die November-Fälle weniger glänzend. (Am 12 Nov. 1839 zählte jedoch Heis noch stündlich 22 bis 35 Meteore, eben so am 13 Nov. 1846 im Mittel 27 bis 33.) So verschieden ist der Reichthum in den periodischen Strömen der einzelnen Jahre; aber immer bleibt die Zahl der fallenden Meteore beträchtlich größer als in den gewöhnlichen Nächten: welche

in der Stunde nur 4 bis 5 ſporadiſche Fälle zeigen. Im Januar (vom 4ten an zu rechnen), im Februar und im März ſcheinen die Meteore überhaupt am ſeltenſten zu ſein.“ [19]

„Obgleich die Auguſt- und die November-Periode mit Recht die berufenſten ſind, ſo hat man doch, ſeitdem die Sternſchnuppen der Zahl und der parallelen Richtung nach mit größerer Genauigkeit beobachtet werden, noch fünf andere Perioden erkannt:

Januar: in den erſten Tagen, zwiſchen dem 1ten und 3ten; wohl etwas zweifelhaft.

April: 18te oder 20te? ſchon von Arago vermuthet. (Große Ströme: 25 April 1095, 22 April 1800, 20 April 1803; Kosmos Bd. I. S. 404, Annuaire pour 1836 p. 297.)

Mai: 26te?

Juli: 26te bis 30te; Quetelet. Maximum eigentlich zwiſchen 27 und 29 Juli. Die älteſten chineſiſchen Beobachtungen gaben dem, leider! früh hingeſchiedenen Eduard Biot ein allgemeines Maximum zwiſchen 18 und 27 Juli.

Auguſt, aber vor dem Laurentius-Strome, beſonders zwiſchen dem 2ten und 5ten des Monats. Man bemerkt vom 26 Juli bis 10 Aug. meiſt keine regelmäßige Zunahme.

———, Laurentius-Strom ſelbſt; Muſſchenbroek und Brandes (Kosmos Bd. I. S. 130 und 403). Entſchiedenes Maximum am 10 Auguſt; ſeit vielen Jahren beobachtet. (Einer alten Tradition gemäß, welche in Theſſalien in den Gebirgsgegenden um den Pelion verbreitet iſt, öffnet ſich während der Nacht

des Festes der Transfiguration, am 6 August, der Himmel, und die Lichter, *καυδήλια*, erscheinen mitten in der Oeffnung; Herrick in Silliman's Amer. Journal Vol. 37. 1839 p. 337 und Quetelet in den Nouv. Mém. de l'Acad. de Bruxelles T. XV. p. 9.)

October: der 19te und die Tage um den 26ten; Quetelet, Boguslawski in den „Arbeiten der schles. Gesellschaft für vaterl. Cultur" 1843 S. 178, und Heis S. 33. Letzterer stellt Beobachtungen vom 21 Oct. 1766, 18 Oct. 1838, 17 Oct. 1841, 24 Oct. 1845, 11—12 Oct. 1847 und 20—26 Oct. 1848 zusammen. (S. über drei October-Phänomene in den Jahren 902, 1202 und 1366 Kosmos Bd. I. S. 133 und 398.) Die Vermuthung von Boguslawski: daß die chinesischen Meteorschwärme vom 18—27 Juli und der Sternschnuppenfall vom 21 Oct. (a. St.) 1366 die, jetzt vorgerückten August- und November-Perioden seien, verliert nach den vielen neueren Erfahrungen von 1838—1848 viel von ihrem Gewicht. [20]

November: 12te — 14te, sehr selten der 8te oder 10te. Der große Meteorfall von 1799 in Cumana vom 11—12 Nov., welchen Bonpland und ich beschrieben haben, gab in so fern Veranlassung, an, zu bestimmten Tagen periodisch wiederkehrende Erscheinungen zu glauben, als man bei dem ähnlichen großen Meteorfall von 1833 (Nov. 12 — 13) sich der Erscheinung vom Jahre 1799 erinnerte. [21]

December: 9te—12te; aber 1798 nach Brandes Beobachtung Dec. 6—7, Herrick in New-Haven 1838 Dec. 7—8. Heis 1847 Dec. 8 und 10.

Acht bis neun Epochen periodiſcher Meteorſtröme, von denen die letzteren 5 die ſicherer beſtimmten ſind, werden hier dem Fleiß der Beobachter empfohlen. Die Ströme verſchiedener Monate ſind nicht allein unter einander verſchieden, auch in verſchiedenen Jahren wechſeln auffallend die Reichhaltigkeit und der Glanz deſſelben Stromes."

„Die obere Grenze der Höhe der Sternſchnuppen iſt mit Genauigkeit nicht zu ermitteln, und Olbers hielt ſchon alle Höhen über 30 Meilen für wenig ſicher beſtimmt. Die untere Grenze, welche man vormals (Kosmos Bd. I. S. 127) gewöhnlich auf 4 Meilen (über 91000 Fuß) ſetzte, iſt ſehr zu verringern. Einzelne ſteigen nach Meſſungen faſt bis zu den Gipfeln des Chimborazo und Aconcagua, bis zu einer geographiſchen Meile über der Meeresfläche, herab. Dagegen bemerkt Heis, daß eine am 10 Juli 1837 gleichzeitig in Berlin und Breslau geſehene Sternſchnuppe nach genauer Berechnung beim Aufleuchten 62 Meilen und beim Verſchwinden 42 Meilen Höhe hatte; andere verſchwanden in derſelben Nacht in einer Höhe von 14 Meilen. Aus der älteren Arbeit von Brandes (1823) folgt, daß von 100 an zwei Standpunkten wohl gemeſſenen Sternſchnuppen 4 eine Höhe hatten von nur 1—3 Meilen, 15 zwiſchen 3 und 6 M., 22 von 6—10 M., 35 (faſt $\frac{1}{3}$) von 10—15 M., 13 von 10—20 M.; und nur 11 (alſo kaum $\frac{1}{10}$) über 20 M., und zwar zwiſchen 45 und 60 Meilen. Aus 4000 in 9 Jahren geſammelten Beobachtungen iſt in Hinſicht auf die Farbe der Sternſchnuppen geſchloſſen worden: daß $\frac{2}{3}$ weiß, $\frac{1}{7}$ gelb, $\frac{1}{17}$ gelbroth, und nur $\frac{1}{37}$ grün ſind."

Olbers meldet: daß während des Meteorfalls in der Nacht vom 12 zum 13 November im Jahr 1838 in Bremen

sich ein schönes Nordlicht zeigte, welches große Strecken am Himmel mit lebhaftem blutrothen Lichte färbte. Die durch diese Region hinschießenden Sternschnuppen bewahrten ungetrübt ihre weiße Farbe: woraus man schließen kann, daß die Nordlichtstrahlen weiter von der Oberfläche der Erde entfernt waren als die Sternschnuppen da, wo sie im Fallen unsichtbar wurden. (Schum. Astr. Nachr. No. 372 S. 178.) Die relative Geschwindigkeit der Sternschnuppen ist bisher zu 4½ bis 9 geogr. Meilen in der Secunde geschätzt worden, während die Erde nur eine Translations-Geschwindigkeit von 4,1 Meilen hat (Kosmos Bd. I. S. 127 und 400). Correspondirende Beobachtungen von Julius Schmidt in Bonn und Heis in Aachen (1849) gaben in der That als Minimum für eine Sternschnuppe, welche 12 Meilen senkrecht über St. Goar stand und über den Lacher See hinwegschoß, nur 3½ Meile. Nach anderen Vergleichungen derselben Beobachter und Houzeau's in Mons wurde die Geschwindigkeit von 4 Sternschnuppen zwischen 11½ und 23¾ M. in der Secunde, also 2- bis 5mal so groß als die planetarische der Erde, gefunden. Dieses Resultat beweist wohl am kräftigsten den kosmischen Ursprung neben der Stetigkeit des einfachen oder mehrfachen Radiationspunktes: d. h. neben dem Umstand, daß periodische Sternschnuppen, unabhängig von der Rotation der Erde, in der Dauer mehrerer Stunden von demselben Sterne ausgehen, wenn auch dieser Stern nicht der ist, gegen welchen die Erde zu derselben Zeit sich bewegt. Im ganzen scheinen sich nach den vorhandenen Messungen Feuerkugeln langsamer als Sternschnuppen zu bewegen; aber immer bleibt es auffallend, daß, wenn die ersteren Meteorsteine fallen lassen, diese sich so wenig tief in den Erdboden

einſenken. Die, 276 Pfund wiegende Maſſe von Enſisheim im Elſaß war (7 Nov. 1492) nur 3 Fuß, eben ſo tief der Aërolith von Braunau (14 Juli 1847) eingedrungen. Ich kenne nur zwei Meteorſteine, welche bis 6 und 18 Fuß den lockeren Boden aufgewühlt haben; ſo der Aërolith von Caſtrovillari in den Abruzzen (9 Febr. 1583) und der von Hradſchina im Agramer Comitat (26 Mai 1751).

Ob je etwas aus den Sternſchnuppen zur Erde gefallen, iſt vielfach in entgegengeſetztem Sinne erörtert worden. Die Strohdächer der Gemeinde Belmont (Departement de l'Ain, Arrondiſſement Belley), welche in der Nacht von 13 Nov. 1835, alſo zu der Epoche des bekannten November-Phänomens, durch ein Meteor angezündet wurden, erhielten das Feuer, wie es ſcheint, nicht aus einer fallenden Sternſchnuppe, ſondern aus einer zerſpringenden Feuerkugel, welche (problematiſch gebliebene) Aërolithen ſoll haben fallen laſſen, nach den Berichten von Millet d'Aubenton. Ein ähnliche Brand, durch eine Feuerkugel veranlaßt, entſtand den 22 März 1846 um 3 Uhr Nachmittags in der Commune de St. Paul bei Bagnère de Luchon. Nur der Steinfall in Angers (am 9 Juni 1822) wurde einer bei Poitiers geſehenen ſchönen Sternſchnuppe beigemeſſen. Das, nicht vollſtändig genug beſchriebene Phänomen verdient die größte Beachtung. Die Sternſchnuppe glich ganz den ſogenannten römiſchen Lichtern in der Feuerwerkerei. Sie ließ einen geradlinigen Strich zurück, nach oben ſehr ſchmal, nach unten ſehr breit, und von großem Glanze, der 10 bis 12 Minuten dauerte. Siebzehn Meilen nördlich von Poitiers fiel unter heftigen Detonationen ein Aërolith.

Verbrennt immer alles, was die Sternſchnuppen enthalten, in den äußerſten Schichten der Atmoſphäre, deren

strahlenbrechende Kraft die Dämmerungs-Erscheinungen darthun? Die, oben erwähnten, so verschiedenen Farben während des Verbrennungs-Processes lassen auf chemische, stoffartige Verschiedenheit schließen. Dazu sind die Formen jener Feuermeteore überaus wechselnd; einige bilden nur phosphorische Linien, von solcher Feinheit und Menge, daß Forster im Winter 1832 die Himmelsdecke dadurch wie von einem schwachen Schimmer erleuchtet [22] sah. Viele Sternschnuppen bewegen sich bloß als leuchtende Punkte und lassen gar keinen Schweif zurück. Das Abbrennen bei schnellem oder langsamerem Verschwinden der Schweife, die gewöhnlich viele Meilen lang sind, ist um so merkwürdiger, als der brennende Schweif bisweilen sich krümmt, und sich wenig fortbewegt. Das stundenlange Leuchten des Schweifes einer längst verschwundenen Feuerkugel, welches Admiral Krusenstern und seine Begleiter auf ihrer Weltumseglung beobachteten, erinnert lebhaft an das lange Leuchten der Wolke, aus welcher der große Aërolith von Aegos Potamoi soll herabgefallen sein: nach der, freilich wohl nicht ganz glaubwürdigen Erzählung des Damachos (Kosmos Bd. I. S. 395 und 407).

Es giebt Sternschnuppen von sehr verschiedener Größe, bis zum scheinbaren Durchmesser des Jupiter oder der Venus anwachsend; auch hat man in dem Sternschnuppenfalle von Toulouse (10 April 1812) und bei einer am 23 August desselben Jahres in Utrecht beobachteten Feuerkugel diese wie aus einem leuchtenden Punkte sich bilden, sternartig aufschießen und dann erst zu einer mondgroßen Sphäre sich ausdehnen gesehen. Bei sehr reichen Meteorfällen, wie bei denen von 1799 und 1833, sind unbezweifelt viele Feuerkugeln mit Tausenden von Sternschnuppen gemengt gewesen; aber die Identität beider

Arten von Feuermeteoren iſt doch bisher keineswegs erwieſen. Verwandtſchaft iſt nicht Identität. Es bleibt noch vieles zu erforſchen über die phyſiſchen Verhältniſſe beider; über die vom Admiral Wrangel [23] an den Küſten des Eismeeres bezeichnete Einwirkung der Sternſchnuppen auf Entwickelung des Polarlichtes; und auf ſo viele unbeſtimmt beſchriebene, aber darum nicht voreilig zu negirende Lichtproceſſe, welche der Entſtehung einiger Feuerkugeln vorhergegangen ſind. Der größere Theil der Feuerkugeln erſcheint unbegleitet von Sternſchnuppen und zeigt keine Periodicität der Erſcheinung. Was wir von den Sternſchnuppen wiſſen in Hinſicht auf die Radiation aus beſtimmten Punkten, iſt für jetzt nur mit Vorſicht auf Feuerkugeln anzuwenden.

Meteorſteine fallen, doch am ſeltenſten, bei ganz klarem Himmel, ohne daß ſich vorher eine ſchwarze Meteorwolke erzeugt, ohne irgend ein geſehenes Lichtphänomen, aber mit furchtbarem Krachen, wie am 16 Sept. 1843 bei Klein-Wenden unweit Mühlhauſen; oder ſie fallen, und dies häufiger, geſchleudert aus einem plötzlich ſich bildenden dunkeln Gewölk, von Schallphänomenen begleitet, doch ohne Licht; endlich, und ſo wohl am häufigſten, zeigt ſich der Meteorſtein-Fall in nahem Zuſammenhange mit glänzenden Feuerkugeln. Von dieſem Zuſammenhange liefern wohlbeſchriebene und unzubezweifelnde Beiſpiele die Steinfälle von Barbotan (Dep. des Landes) den 24 Juli 1790, mit gleichzeitigem Erſcheinen einer rothen Feuerkugel und eines weißen Meteorwölkchens [21], aus dem die Aërolithen fielen; der Steinfall von Benares in Hindoſtan (13 Dec. 1798); der von Aigle (Dep. de l'Orne) am 26 April 1803. Die letzte der hier genannten Erſcheinungen, — unter allen diejenige, welche am ſorgfältigſten

(durch Biot) unterſucht und beſchrieben iſt —, hat endlich, 23 Jahrhunderte nach dem großen thraciſchen Steinfall, und 300 Jahre nachdem ein Frate zu Crema durch einen Aërolithen erſchlagen wurde [25], der endemiſchen Zweifelſucht der Akademien ein Ziel geſetzt. Eine große Feuerkugel, die ſich von SO nach NW bewegte, wurde um 1 Uhr Nachmittags in Alençon, Falaiſe und Caen bei ganz reinem Himmel geſehen. Einige Augenblicke darauf hörte man bei Aigle (Dep. de l'Orne) in einem kleinen, dunklen, faſt unbewegten Wölkchen eine 5 bis 6 Minuten dauernde Exploſion, welcher 3 bis 4 Kanonenſchüſſe und ein Getöſe wie von kleinem Gewehrfeuer und vielen Trommeln folgten. Bei jeder Exploſion entfernten ſich einige von den Dämpfen, aus denen das Wölkchen beſtand. Keine Lichterſcheinung war hier bemerkbar. Es fielen zugleich auf einer elliptiſchen Bodenfläche, deren große Axe von SO nach NW 1,2 Meile Länge hatte, viele Meteorſteine, von welchen der größte nur 17½ Pfund wog. Sie waren heiß, aber nicht rothglühend [26], dampften ſichtbar; und, was ſehr auffallend iſt, ſie waren in den erſten Tagen nach dem Fall leichter zerſprengbar als nachher. Ich habe abſichtlich bei dieſer Erſcheinung länger verweilt, um ſie mit einer vom 13 Sept. 1768 vergleichen zu können. Um 4½ Uhr nach Mittag wurde an dem eben genannten Tage bei dem Dorfe Luce (Dep. d'Eure et Loire), eine Meile weſtlich von Chartres, ein dunkles Gewölk geſehen, in dem man wie einen Kanonenſchuß hörte, wobei zugleich ein Ziſchen in der Luft vernommen wurde, verurſacht durch den Fall eines ſich in einer Curve bewegenden ſchwarzen Steines. Der gefallene, halb in das Erdreich eingedrungene Stein wog 7½ Pfund, und war ſo heiß, daß man ihn nicht berühren konnte. Er

wurde von Lavoiſier, Fougeroux und Cadet ſehr unvollkommen analyſirt. Eine Lichterſcheinung ward bei dem ganzen Ereigniß nicht wahrgenommen.

Sobald man anfing periodiſche Sternſchnuppenfälle zu beobachten und alſo in beſtimmten Nächten auf ihre Erſcheinung zu harren, wurde bemerkt, daß die Häufigkeit der Meteore mit dem Abſtande von Mitternacht zunahm, daß die meiſten zwiſchen 2 und 5 Uhr Morgens fielen. Schon bei dem großen Meteorfall zu Cumana in der Nacht vom 11 zum 12 Nov. 1799 hatte mein Reiſebegleiter den größten Schwarm von Sternſchnuppen zwiſchen 2½ und 4 Uhr geſehen. Ein ſehr verdienſtvoller Beobachter der Meteor-Phänomene, Coulvier-Gravier, hat im Mai 1845 dem Inſtitut zu Paris eine wichtige Abhandlung sur la variation horaire des étoiles filantes übergeben. Es iſt ſchwer die Urſach einer ſolchen ſtündlichen Variation, einen Einfluß des Abſtandes von dem Mitternachtspunkt zu errathen. Wenn unter verſchiedenen Meridianen die Sternſchnuppen erſt in einer beſtimmten Frühſtunde vorzugsweiſe ſichtbar werden, ſo müßte man bei einem kosmiſchen Urſprunge annehmen, was doch wenig wahrſcheinlich iſt: daß dieſe Nacht- oder vielmehr Frühmorgen-Stunden vorzüglich zur Entzündung der Sternſchnuppen geeignet ſeien, während in anderen Nachtſtunden mehr Sternſchnuppen vor Mitternacht unſichtbar vorüberziehen. Wir müſſen noch lange mit Ausdauer Beobachtungen ſammeln.

Die Hauptcharaktere der feſten Maſſen, welche aus der Luft herabfallen, glaube ich nach ihrem chemiſchen Verhalten und dem in ihnen beſonders von Guſtav Roſe erforſchten körnigen Gewebe im Kosmos (Bd I. S. 133—137) nach

dem Standpunkt unſeres Wiſſens im Jahr 1845 ziemlich vollſtändig abgehandelt zu haben. Die auf einander folgenden Arbeiten von Howard, Klaproth, Thénard, Vauquelin, Prouſt, Berzelius, Stromeyer, Laugier, Dufresnoy, Guſtav und Heinrich Roſe, Bouſſingault, Rammelsberg und Shepard haben ein reichhaltiges [27] Material geliefert; und doch entgehen unſerem Blicke $\frac{2}{3}$ der gefallenen Steine, welche auf dem Meeresboden liegen. Wenn es auch augenfällig iſt, wie unter allen Zonen, an den von einander entfernteſten Punkten, die Aërolithen eine gewiſſe phyſiognomiſche Aehnlichkeit haben: in Grönland, Mexico und Südamerika, in Europa, Sibirien und Hindoſtan; ſo bieten dieſelben doch bei näherer Unterſuchung eine ſehr große Verſchiedenheit dar. Viele enthalten $\frac{96}{100}$ Eiſen, andere (Siena) kaum $\frac{2}{100}$; faſt alle haben einen dünnen ſchwarzen, glänzenden und dabei geäderten Ueberzug: bei einem (Chantonnay) fehlte die Rinde gänzlich. Das ſpecifiſche Gewicht einiger Meteorſteine ſteigt bis 4,28, wenn der kohlenartige, aus zerreiblichen Lamellen beſtehende Stein von Alais nur 1,94 zeigte. Einige (Juvenas) bilden ein doleritartiges Gewebe, in welchem kryſtalliſirter Olivin, Augit und Anorthit einzeln zu erkennen ſind; andere (die Maſſe von Pallas) zeigen bloß nickelhaltiges Eiſen und Olivin, noch andre (nach den Stoffverhältniſſen der Miſchung zu urtheilen) Aggregate von Hornblende und Albit (Chateau-Renard) oder von Hornblende und Labrador (Blansko und Chantonnay).

Nach der allgemeinen Ueberſicht der Reſultate, welche ein ſcharfſinniger Chemiker, Prof. Rammelsberg, der ſich in der neueren Zeit ununterbrochen, ſo thätig als glücklich, mit der Analyſe der Aërolithen und ihrer Zuſammenſetzung

aus einfachen Mineralien beschäftigt hat, aufstellt, „ist die Trennung der aus der Atmosphäre herabgefallenen Massen in Meteoreisen und Meteorsteine nicht in absoluter Schärfe zu nehmen. Man findet, obgleich selten, Meteoreisen mit eingemengten Silicaten (die von Heß wieder gewogene sibirische Masse, zu 1270 russischen Pfunden, mit Olivinkörnern), wie andererseits viele Meteorsteine metallisches Eisen enthalten."

„A. Das Meteoreisen, dessen Fall nur wenige Male von Augenzeugen hat beobachtet werden können (Hradschina bei Agram 26 Mai 1751, Braunau 14 Juli 1847), während die meisten analogen Massen schon seit langer Zeit auf der Oberfläche der Erde ruhen, besitzt im allgemeinen sehr gleichartige physische und chemische Eigenschaften. Fast immer enthält es in feineren oder gröberen Theilen Schwefeleisen eingemengt, welches jedoch weder Eisenkies noch Magnetkies, sondern ein Eisen-Sulphuret[28] zu sein scheint. Die Hauptmasse eines solchen Meteoreisens ist auch kein reines metallisches Eisen, sondern wird durch eine Legirung von Eisen und Nickel gebildet: so daß mit Recht dieser constante Nickel-Gehalt (im Durchschnitt zu 10 p.C.; bald etwas mehr, bald etwas weniger) als ein vorzügliches Criterium für die meteorische Beschaffenheit der ganzen Masse gilt. Es ist nur eine Legirung zweier isomorpher Metalle, wohl keine Verbindung in bestimmten Verhältnissen. In geringer Menge finden sich beigemischt: Kobalt, Mangan, Magnesium, Zinn, Kupfer und Kohlenstoff. Der letztgenannte Stoff ist theilweise mechanisch beigemengt, als schwer verbrennlicher Graphit; theilweise chemisch verbunden mit Eisen, demnach analog vielem Stabeisen. Die Hauptmasse des

Meteoreisens enthält auch stets eine eigenthümliche Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, welche beim Auflösen des Eisens in Chlorwasserstoff-Säure als silberweiße microscopische Krystallnadeln und Blättchen zurückbleiben."

„B. Die eigentlichen Meteorsteine pflegt man, durch ihr äußeres Ansehen geleitet, in zwei Classen zu theilen. Die einen nämlich zeigen in einer scheinbar gleichartigen Grundmasse Körner und Flittern von Meteoreisen, welches dem Magnet folgt und ganz die Natur des für sich in größeren Massen aufgefundenen besitzt. Hierher gehören z. B. die Steine von Blansko, Lissa, Aigle, Ensisheim, Chantonnay, Klein-Wenden bei Nordhausen, Errleben, Chateau-Renard und Utrecht. Die andere Classe ist frei von metallischen Beimengungen und stellt sich mehr als ein krystallinisches Gemenge verschiedener Mineralsubstanzen dar: wie z. B. die Steine von Juvenas, Lontalar und Stannern."

„Seitdem Howard, Klaproth und Vauquelin die ersten chemischen Untersuchungen von Meteorsteinen angestellt haben, nahm man lange Zeit keine Rücksicht darauf, daß sie Gemenge einzelner Verbindungen sein könnten; sondern erforschte ihre Bestandtheile nur im ganzen, indem man sich begnügte den etwanigen Gehalt an metallischem Eisen mittelst des Magnets auszuziehen. Nachdem Mohs auf die Analogie einiger Aërolithen mit gewissen tellurischen Gesteinen aufmerksam gemacht hatte, versuchte Nordenskjöld zu beweisen, daß Olivin, Leucit und Magneteisen die Gemengtheile des Aëroliths von Lontalar in Finland seien; doch erst die schönen Beobachtungen von Gustav Rose haben es außer Zweifel gesetzt, daß der Stein von Juvenas aus Maanetkies. Auait und einem dem Labrador

ſehr ähnlichen Feldſpath beſtehe. Hierdurch geleitet, ſuchte Berzelius in einer größeren Arbeit (Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar för 1834) auch durch chemiſche Methoden die mineralogiſche Natur der einzelnen Verbindungen in den Aërolithen von Blansko, Chantonnay und Alais auszumitteln. Der mit Glück von ihm vorgezeichnete Weg iſt ſpäter vielfach befolgt worden."

„α. Die erſte und zahlreichere Claſſe von Meteorſteinen, die mit metalliſchem Eiſen, enthält daſſelbe bald fein eingeſprengt, bald in größeren Maſſen: die ſich bisweilen als ein zuſammenhangendes Eiſenſkelett geſtalten, und ſo den Uebergang zu jenen Meteor-Eiſenmaſſen bilden, in welchen, wie in der ſibiriſchen Maſſe von Pallas, die übrigen Stoffe zurücktreten. Wegen ihres beſtändigen Olivin-Gehalts ſind ſie reich an Talkerde. Der Olivin iſt derjenige Gemengtheil dieſer Meteorſteine, welcher bei ihrer Behandlung mit Säuren zerlegt wird. Gleich dem telluriſchen iſt er ein Silicat von Talkerde und Eiſen-Orydul. Derjenige Theil, welcher durch Säuren nicht angegriffen wird, iſt ein Gemenge von Feldſpath- und Augit-Subſtanz, deren Natur ſich einzig und allein durch Rechnung aus ihrer Geſammtmiſchung (als Labrador, Hornblende, Augit oder Oligoklas) beſtimmen läßt."

„β. Die zweite, viel ſeltenere Claſſe von Meteorſteinen iſt weniger unterſucht. Sie enthalten theils Magneteiſen, Olivin, und etwas Feldſpath- und Augit-Subſtanz; theils beſtehen ſie bloß aus den beiden letzten einfachen Mineralien, und das Feldſpath-Geſchlecht iſt dann durch Anorthit [29] repräſentirt. Chromeiſen (Chromoxyd-Eiſenorydul) findet ſich in geringer Menge faſt in allen Meteorſteinen; Phosphorſäure und Titanſäure, welche Rammelsberg in dem ſo

merkwürdigen Stein von Juvenas entdeckte, deuten vielleicht auf Apatit und Titanit."

„Von den einfachen Stoffen sind im allgemeinen bisher in den Meteorsteinen nachgewiesen worden: Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Kiesel, Aluminium, Magnesium, Calcium, Kalium, Natrium, Eisen, Nickel, Kobalt, Chrom, Mangan, Kupfer, Zinn und Titan: also 18 Stoffe.[30] Die näheren Bestandtheile sind: a) metallische: Nickeleisen, eine Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, Eisen-Sulphuret und Magnetkies; b) oxydirte: Magneteisen und Chromeisen; c) Silicate: Olivin, Anorthit, Labrador und Augit."

Es würde mir noch übrig bleiben, um hier die größtmögliche Menge wichtiger Thatsachen, abgesondert von hypothetischen Ahndungen, zu concentriren, die mannigfaltigen Analogien zu entwickeln, welche einige Meteorgesteine als Gebirgsarten mit älteren sogenannten Truppgesteinen (Doleriten, Dioriten und Melaphyren), mit Basalten und neueren Laven darbieten. Diese Analogien sind um so auffallender, als „die metallische Legirung von Nickel und Eisen, welche in gewissen meteorischen Massen constant enthalten ist", bisher noch nicht in tellurischen Mineralien entdeckt wurde. Derselbe ausgezeichnete Chemiker, dessen freundliche Mittheilungen ich in diesen letzten Blättern benutzt habe, verbreitet sich über diesen Gegenstand in einer eigenen Abhandlung[31], deren Resultate geeigneter in dem geologischen Theile des Kosmos erörtert werden.

Anmerkungen.

[1] (S. 593.) Der Anblick des geſtirnten Himmels bietet uns Ungleichzeitiges dar. Vieles iſt längſt verſchwunden, ehe es uns erreicht; vieles anders geordnet. Kosmos Bd. I. S. 161 und 416, Bd. III. S. 90 und 125. (Vergl. Baco, Nov. Organ. Lond. 1733 p. 371 und Will. Herſchel in den Philos. Transact. for 1802 p. 498.)

[2] (S. 594.) Kosmos Bd. I. S. 137, 142 und 407 (Anm. 55).

[3] (S. 595.) S. die Meinungen der Griechen über die Fälle von Meteorſteinen im Kosmos Bd. I. S. 138, 139, 395, 397, 401, 402, 407 und 408 (Anm. 31, 32, 39, 57—59); Bd. II. S. 501 Anm. 27.

[4] (S. 595.) Brandis, Geſch. der Griechiſch-Röm. Philoſophie Th. I. S. 272—277, gegen Schleiermacher in den Abhandl. der Berl. Akad. aus den J. 1804—1811 (Berl. 1815) S. 79—124.

[5] (S. 596.) Wenn Stobäus in derſelben Stelle (Ecl. phys. p. 508) dem Apolloniaten zuſchreibt, er habe die Sterne bimsſteinartige Körper (alſo poröſe Steine) genannt; ſo mag die Veranlaſſung zu dieſer Benennung wohl die im Alterthum ſo verbreitete Idee ſein, daß alle Weltkörper durch feuchte Ausdünſtungen genährt werden. Die Sonne giebt das Eingeſogene wieder zurück. (Ariſtot. Meteorol. ed. Ideler T. I. p. 509; Seneca, Nat. Quaest. IV, 2.) Die bimsſteinartigen Weltkörper haben ihre eigenen Exhalationen. „Dieſe, welche nicht geſehen werden können, ſo lange ſie in den himmliſchen Räumen umherirren, ſind Steine, entzünden ſich und verlöſchen, wenn ſie zur Erde herabfallen“. (Plut. de plac. Philos. II, 13.) Den Fall von Meteorſteinen hält Plinius (II, 59) für häufig: »decidere tamen crebro, non erit dubium«; er weiß auch, daß der Fall in heiterer Luft ein Getöſe hervorbringt (II, 43). Die analog

ſcheinende Stelle des Seneca, in welcher er den Anarimenes nennt (Nat. Quaest. lib. II, 17), bezieht ſich wohl auf den Donner in einer Gewitterwolke.

[6] (S. 596.) Die merkwürdige Stelle (Plut. Lys. cap. 12) lautet, wörtlich überſetzt, alſo: „Wahrſcheinlich iſt die Meinung Einiger, die geſagt haben: die Sternſchnuppen ſeien nicht Abflüſſe noch Verbreitungen des ätheriſchen Feuers, welches in der Luft verlöſche gleich bei ſeiner Entzündung; noch auch Entflammung und Entbrennung von Luft, die ſich in Menge abgelöſt habe nach der oberen Region: ſondern Wurf und Fall himmliſcher Körper, welche, wie durch einen Nachlaß des Schwunges und eine ungeregelte Bewegung, durch einen Abſprung, nicht bloß auf den bewohnten Raum der Erde geſchleudert werden, ſondern meiſtentheils außerhalb in das große Meer fallen, weshalb ſie auch verborgen bleiben."

[7] (S. 596.) Ueber abſolut dunkle Weltkörper oder ſolche, in denen der Lichtproceß (periodiſch?) aufhört, über die Meinungen der Neueren (Laplace und Beſſel), und über die von Peters in Königsberg beſtätigte Beſſel'ſche Beobachtung einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung des Procyon: ſ. Kosmos Bd. III. S. 267—269.

[8] (S. 597.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 42—44 und 54 Anm. 17.

[9] (S. 597.) Die im Text bezeichnete denkwürdige Stelle des Plutarch (de facie in orbe Lunae p. 923) heißt, wörtlich überſetzt: „Iſt doch dem Mond eine Hülfe gegen das Fallen ſeine Bewegung ſelbſt und das Heftige des Kreisumlaufes, ſo wie die in Schleudern gelegten Dinge an dem Umſchwung im Kreiſe ein Hinderniß des Herabfallens haben."

[10] (S. 598.) Kosmos Bd. I. S. 126.

[11] (S. 599.) Coulvier-Gravier und Saigey, Recherches sur les Étoiles filantes 1847 p. 69—86.

[12] (S. 599.) „Die periodiſchen Sternſchnuppen und die Reſultate der Erſcheinungen, abgeleitet aus den während der letzten 10 Jahre zu Aachen angeſtellten Beobachtungen, von Eduard Heis" (1849) S. 7 und 26 - 30.

[13] (S. 599.) Die Angabe des Nordpols als Centrums der Radiation in der Auguſt-Periode gründet ſich nur auf die Beobachtungen

des einzigen Jahres 1839 (10 Aug.). Ein Reisender im Orient, Dr. Asahel Grant, meldet aus Mardin in Mesopotamien: „daß um Mitternacht der Himmel von Sternschnuppen, welche alle von der Gegend des Polarsterns ausgingen, wie gefurcht war". (Heis S. 28, nach einem Briefe Herrick's an Quetelet und Grant's Tagebuche.)

[14] (S. 600.) Es hatte aber dieses Uebergewicht des Ausgangspunktes des Perseus über den des Löwen noch keineswegs statt bei den Bremer Beobachtungen der Nacht vom $\frac{13}{14}$ Nov. 1838. Ein sehr geübter Beobachter, Roswinkel, sah bei einem reichen Sternschnuppenfall fast sämmtliche Bahnen aus dem Löwen und dem südlichen Theile des Großen Bären ausgehen, während in der Nacht vom $\frac{12}{13}$ Nov. bei einem nur wenig ärmeren Sternschnuppenfalle bloß 4 Bahnen von dem Löwen ausgingen. Olbers (Schum. Astr. Nachr. No. 372) setzt sehr bedeutsam hinzu: „Die Bahnen in dieser Nacht zeigten unter sich nichts paralleles, keine Beziehung auf den Löwen; und (wegen des Mangels an Parallelismus) schienen sie zu den sporadischen und nicht zu den periodischen zu gehören. Das eigentliche November-Phänomen war aber freilich nicht an Glanz mit denen der Jahre 1799, 1832 und 1833 zu vergleichen."

[15] (S. 601.) Saigey p. 151, und über Erman's Bestimmung der, den Radiations- oder Ausgangspunkten diametral entgegengesetzten Convergenzpunkte p. 125—129.

[16] (S. 601.) Heis, period. Sternschn. S. 6. (Vergl. Aristot. Problem. XXVI, 23; Seneca, Nat. Quaest. lib. I, 14: »ventum significat stellarum discurrentium lapsus, et quidem ab ea parte qua erumpit«.) Ich selbst habe lange, besonders während meines Aufenthaltes in Marseille zur Zeit der ägyptischen Expedition, an den Einfluß der Winde auf die Richtung der Sternschnuppen geglaubt.

[17] (S. 602.) Kosmos Bd. I. S. 395.

[18] (S. 602.) Alles, was von hier an im Texte durch Anführungszeichen unterschieden ist, verdanke ich der freundlichen Mittheilung des Herrn Julius Schmidt, Adjuncten an der Sternwarte zu Bonn. Ueber dessen frühere Arbeiten von 1842—1844 s. Saigey p. 159.

[19] (S. 604.) Ich habe jedoch selbst am 16 März 1803 einen beträchtlichen Sternschnuppenfall in der Südsee (Br. 13° ½ N.)

beobachtet. Auch 687 Jahre vor unſrer chriſtlichen Zeitrechnung wurden in China zwei Meteorſtröme im Monat März geſehen. Kosmos Bd. I. S. 133.

[20] (S. 605.) Ein ganz ähnlicher Sternſchnuppenfall, als Boguslawski der Sohn für 1366 Oct. 21 (a. St.) in Beneſſe de Horovic, Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefunden (Kosmos Bd. I. S. 133), iſt weitläuftig in dem berühmten hiſtoriſchen Werke von Duarte Nunez do Lião (Chronicas dos Reis de Portugal reformadas Parte I. Lisb. 1600 fol. 187) beſchrieben, aber auf die Nacht vom 22 zum 23 Oct. (a. St.) verlegt. Sind es zwei Ströme, in Böhmen und am Tajo geſehen, oder hat einer der Chronikenſchreiber ſich um einen Tag geirrt? Folgendes ſind die Worte des portugieſiſchen Hiſtorikers: »Vindo o anno de 1366, sendo andados XXII. dias do mes de Octubro, tres meses antes do fallecimento del Rei D. Pedro (de Portugal), se fez no ceo hum movimento de estrellas, qual os homẽes não virão nem ouvirão. E foi que desda mea noite por diante correrão todalas strellas do Levante para o Ponente, e acabado de serem juntas começarão a correr humas para huma parte e outras para outra. E despois descerão do ceo tantas e tam spessas, que tanto que forão baxas no ar, parecião grandes fogueiras, e que o ceo e o ar ardião, e que a mesma terra queria arder. O ceo parecia partido em muitas partes, alli onde strellas não stavão. E isto durou per muito spaço. Os que isto vião, houverão tam grande medo e pavor, que stavão como attonitos, e cuidavão todos de ser mortos, e que era vinda a fim do mundo«.

[21] (S. 605.) Es hätten der Zeit nach nähere Vergleichungs-Epochen angeführt werden können, wenn man ſie damals gekannt hätte: z. B. die von Klöden 1823 Nov. 12—13 in Potsdam, die von Bérard 1831 Nov. 12—13 an der ſpaniſchen Küſte und die von Graf Suchteln zu Orenburg 1832 Nov. 12—13 beobachteten Meteorſtröme (Kosmos Bd. I. S. 129 und Schum. Aſtr. Nachr. No. 303 S. 242). Das große Phänomen vom 11 und 12 Nov. 1799, welches wir, Bonpland und ich, beſchrieben haben (Voyage aux Régions équinoxiales livre IV chap. 10, T. IV. p. 34—53 éd. in 8°), dauerte von 2 bis 4 Uhr Morgens. Auf der ganzen Reiſe, welche wir durch die Waldregion des Orinoco

südlich bis zum Rio Negro machten, fanden wir, daß der ungeheure Meteorfall von den Missionaren gesehen und zum Theil in Kirchenbüchern aufgezeichnet war. In Labrador und Grönland hatte er die Eskimos bis Lichtenau und Neu-Herrnhut (Br. 64° 14′) in Erstaunen versetzt. Zu Ilterstedt bei Weimar sah der Prediger Zeising das, was zugleich unter dem Aequator und nahe am nördlichen Polarkreis in Amerika sichtbar war. Da die Periodicität des St. Laurentius-Stromes (10 Aug.) erst weit später die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat als das November-Phänomen, so habe ich mit Sorgfalt alle mir bekannte genau beobachtete und beträchtliche Sternschnuppenfälle vom 12—13 Nov. bis 1846 zusammengestellt. Es sind deren funfzehn: 1799, 1818, 1822, 1823; 1831—1839, alle Jahre; 1841 und 1846. Ich schließe die Meteorfälle aus, welche um mehr als einen oder zwei Tage abweichen: wie 10 Nov. 1787, 8 Nov. 1813. Eine solche, fest an einzelne Tage gefesselte Periodicität ist um so wundersamer, als Körper von so wenig Masse so leicht Störungen ausgesetzt sind, und die Breite des Ringes, in welchen man sich die Meteore eingeschlossen vorstellt, in der Erdbahn mehrere Tage umfassen kann. Die glänzendsten November-Ströme sind gewesen 1799, 1831, 1833; 1834. (Wo in meiner Beschreibung der Meteore von 1799 den größten Boliden oder Feuerkugeln ein Durchmesser von 1° und 1° 1/4 zugeschrieben wird, hätte es 1 und 1 1/4 Mond-Durchmesser heißen sollen.) Es ist hier auch der Ort der Feuerkugel zu erwähnen, welche die besondere Aufmerksamkeit des Directors der Sternwarte von Toulouse, Herrn Petit, auf sich gezogen und deren Umlauf um die Erde er berechnet hat. Comptes rendus 9 Août 1847 und Schum. Astr. Nachr. No. 701 S. 71.

[22] (S. 609.) Forster, Mémoire sur les Étoiles filantes p. 31.

[23] (S. 610.) Kosmos Bd. I. S. 131 und 405.

[24] (S. 610.) Kämtz, Lehrb. der Meteorologie Bd. III. S. 277.

[25] (S. 611.) Der große Aërolithenfall von Crema und den Ufern der Adda ist mit besonderer Lebendigkeit, aber leider! rhetorisch und unklar, von dem berühmten Petrus Martyr von Anghiera (Opus Epistolarum, Amst. 1670, No. CCCCLXV pag. 245—246) beschrieben. Was dem Steinfall selbst vorherging,

war eine faſt totale Verfinſterung am 4 Sept. 1511 in der Mittagsſtunde, »Fama est, Pavonem immensum in aërea Cremensi plaga fuisse visum. Pavo visus in pyramidem converti, adeoque celeri ab occidente in orientem raptari cursu, ut in horae momento magnam hemisphaerii partem, doctorum inspectantium sententia, pervolasse credatur. Ex nubium illico densitate tenebras ferunt surrexisse, quales viventium nullus unquam se cognovisse fateatur. Per eam noctis faciem, cum formidolosis fulguribus, inaudita tonitrua regionem circumsepserunt.« Die Erleuchtungen waren ſo intenſiv, daß die Bewohner um Bergamo die ganze Ebene von Crema während der Verfinſterung ſehen konnten. »Ex horrendo illo fragore quid irata natura in eam regionem pepererit, percunctaberis. Saxa demisit in Cremensi planitie (ubi nullus unquam aequans ovum lapis visus fuit) immensae magnitudinis, ponderis egregii. Decem fuisse reperta centilibralia saxa ferunt.« Vögel, Schafe, ja Fiſche wurden getödtet. Unter allen dieſen Uebertreibungen iſt doch zu erkennen, daß das Meteorgewölk, aus welchem die Steine herabfielen, muß von ungewöhnlicher Schwärze und Dicke geweſen ſein. Der Pavo war ohne Zweifel eine lang- und breitgeſchweifte Feuerkugel. Das furchtbare Geräuſch in dem Meteorgewölk wird hier als der die Blitze (?) begleitende Donner geſchildert. Anghiera erhielt ſelbſt in Spanien ein fauſtgroßes Fragment (ex frustis disruptorum saxorum), und zeigte es dem König Ferdinand dem Catholiſchen in Gegenwart des berühmten Kriegers Gonzalo de Cordova. Sein Brief endigt mit den Worten: »mira super hisce prodigiis conscripta fanatice, physice, theologice ad nos missa sunt ex Italia. Quid portendant, quomodoque gignantur, tibi utraque servo, si aliquando ad nos veneris.« (Geſchrieben aus Burgos an Fagiardus.) — Noch genauer behauptet Cardanus (Opera ed. Lugd. 1663 T. III. lib. XV cap. 72 p. 279), es ſeien 1200 Aërolithen gefallen; unter ihnen einer von 120 Pfund, eiſenſchwarz und von großer Dichte. Das Geräuſch habe 2 Stunden gedauert: »ut mirum sit, tantam molem in aëre sustineri potuisse«. Er hält die geſchweifte Feuerkugel für einen Cometen, und irrt in der Erſcheinung um 1 Jahr: »Vidimus anno 1510 . . .« Cardanus war zu der Zeit 9 bis 10 Jahre alt.

[26] (S. 611.) Neuerdings bei dem Aërolithenfall von Braunau

(14 Juli 1847) waren die gefallenen Steinmaſſen nach 6 Stunden noch ſo heiß, daß man ſie nicht, ohne ſich zu verbrennen, berühren konnte. Von der Analogie, welche die ſcythiſche Mythe vom heiligen Golde mit einem Meteorfalle darbietet, habe ich bereits (Asie centrale T. I. p. 408) gehandelt. »Targitao filios fuisse tres, Leipoxain et Arpoxain, minimumque natu Colaxain. His regnantibus de coelo delapsa aurea instrumenta, aratrum et jugum et bipennem et phialam, decidisse in Scythicam terram. Et illorum natu maximum, qui primus conspexisset, propius accedentem capere ista voluisse; sed, eo accedente, aurum arsisse. Quo digresso, accessisse alterum, et itidem arsisse aurum. Hos igitur ardens aurum repudiasse; accedente vero natu minimo, fuisse exstinctum, huncque illud domum suam contulisse: qua re intellecta, fratres majores ultro universum regnum minimo natu tradidisse.« Herodot IV, 5 und 7 nach der Ueberſetzung von Schweighäuſer.) Iſt aber vielleicht die Mythe vom heiligen Golde nur eine ethnographiſche Mythe: eine Anſpielung auf drei Königsſöhne, Stammväter von drei Stämmen der Scythen? eine Anſpielung auf den Vorrang, welchen der Stamm des jüngſten Sohnes, der der Paralaten, erlangte? (Brandſtäter, Scythica, de aurea caterva 1837 p. 69 und 81.)

[27] (S. 613.) Von Metallen wurden in den Meteorſteinen entdeckt: Nickel von Howard, Kobalt durch Stromeyer, Kupfer und Chrom durch Laugier, Zinn durch Berzelius.

[28] (S. 614.) Rammelsberg in Poggendorff's Annalen Bd. 74. 1849 S. 442.

[29] (S. 616.) Shepard in Silliman's American Journal of Science and Arts, 2d Ser. Vol. II. 1846 p. 377; Rammelsberg in Poggend. Ann. Bd. 73. 1848 S. 585.

[30] (S. 617.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 135.

[31] (S. 617.) Zeitſchrift der deutſchen geolog. Geſellſchaft Bd. 1. S. 232. Alles, was im Texte von S. 614 bis S. 617 durch Anführungszeichen unterſchieden iſt, wurde aus Handſchriften des Prof. Rammelsberg (Mai 1851) entlehnt.

Den uranologiſchen Theil der phyſiſchen Weltbeſchreibung beſchließend, glaube ich, in Rückblick auf das Erſtrebte (ich ſage nicht das Geleiſtete), nach der Ausführung eines ſo ſchwierigen Unternehmens von neuem daran erinnern zu müſſen, daß dieſe Ausführung nur unter den Bedingungen hat geſchehen können, welche in der Einleitung zum dritten Bande des Kosmos bezeichnet worden ſind. Der Verſuch einer ſolchen kosmiſchen Bearbeitung beſchränkt ſich auf die Darſtellung der Himmelsräume und deſſen, was ſie von geballter oder ungeballter Materie erfüllt. Er unterſcheidet ſich daher, nach der Natur des unternommenen Werkes, weſentlich von den mehr umfaſſenden, ausgezeichneten Lehrbüchern der Aſtronomie, welche die verſchiedenen Litteraturen zur jetzigen Zeit aufzuweiſen haben. Aſtronomie, als Wiſſenſchaft der Triumph mathematiſcher Gedankenverbindung, auf das ſichere Fundament der Gravitations-Lehre und die Vervollkommnung der höheren Analyſis (eines geiſtigen Werkzeugs der Forſchung) gegründet, behandelt Bewegungs-Erſcheinungen, gemeſſen nach Raum und Zeit; Oertlichkeit (Poſition) der Weltkörper in ihrem gegenſeitigen, ſich ſtets verändernden Verhältniß zu

einander; Formenwechsel, wie bei den geschweiften Cometen; Lichtwechsel, ja Auflodern und gänzliches Erlöschen des Lichtes bei fernen Sonnen. Die Menge des im Weltall vorhandenen Stoffes bleibt immer dieselbe: aber nach dem, was in der tellurischen Sphäre von physischen Naturgesetzen bereits erforscht worden ist, sehen wir walten im ewigen Kreislauf der Stoffe den ewig unbefriedigten, in zahllosen und unnennbaren Combinationen auftretenden Wechsel derselben. Solche Kraftäußerung der Materie wird durch ihre, wenigstens scheinbar elementarische Heterogeneität hervorgerufen. Bewegung in unmeßbaren Raumtheilen erregend, complicirt die Heterogeneität der Stoffe alle Probleme des irdischen Naturprocesses.

Die astronomischen Probleme sind einfacherer Natur. Von den eben genannten Complicationen und ihrer Beziehung bis jetzt befreit, auf Betrachtung der Quantität der ponderablen Materie (Massen), auf Licht und Wärme erregende Schwingungen gerichtet, ist die Himmels-Mechanik, gerade wegen dieser Einfachheit, in welcher alles auf Bewegung zurückgeführt wird, der mathematischen Bearbeitung in allen ihren Theilen zugänglich geblieben. Dieser Vorzug giebt den Lehrbüchern der theoretischen Astronomie einen großen und ganz eigenthümlichen Reiz. Es reflectirt sich in ihnen, was die Geistesarbeit der letzten Jahrhunderte auf analytischen Wegen errungen hat: wie Gestaltung und Bahnen bestimmt; wie in den Bewegungs-Erscheinungen der Planeten nur kleine Schwankungen um einen mittleren Zustand des Gleichgewichts statt finden; wie das Planetensystem durch seine innere Einrichtung, durch Ausgleichung der Störungen sich Schutz und Dauer bereitet.

Die Unterſuchung der Mittel zum Erfaſſen des Weltganzen, die Erklärung der verwickelten Himmelserſcheinungen gehören nicht in den Plan dieſes Werkes. Die phyſiſche Weltbeſchreibung erzählt, was den Weltraum füllt und organiſch belebt, in den beiden Sphären der uranologiſchen und telluriſchen Verhältniſſe. Sie weilt bei den aufgefundenen Naturgeſetzen, und behandelt ſie wie errungene Thatſachen, als unmittelbare Folgen empiriſcher Induction. Das Werk vom Kosmos, um in geeigneten Grenzen und in nicht übermäßiger Ausdehnung ausführbar zu werden, durfte nicht verſuchen den Zuſammenhang der Erſcheinungen theoretiſch zu begründen. In dieſer Beſchränkung des vorgeſetzten Planes habe ich in dem aſtronomiſchen Bande des Kosmos deſto mehr Fleiß auf die einzelnen Thatſachen und auf ihre Anordnung gewandt. Von der Betrachtung des Weltraums: ſeiner Temperatur, dem Maaße ſeiner Durchſichtigkeit, und dem widerſtehenden (hemmenden) Medium, welches ihn füllt; bin ich auf das natürliche und teleſcopiſche Sehen, die Grenzen der Sichtbarkeit, die Geſchwindigkeit des Lichts nach Verſchiedenheit ſeiner Quellen, die unvollkommene Meſſung der Licht-Intenſität, die neuen optiſchen Mittel directes und reflectirtes Licht von einander zu unterſcheiden übergegangen. Dann folgen: der Fixſternhimmel; die numeriſche Angabe der an ihm ſelbſtleuchtenden Sonnen, ſo weit ihre Poſition beſtimmt iſt; ihre wahrſcheinliche Vertheilung; die veränderlichen Sterne, welche in wohlgemeſſenen Perioden wiederkehren; die eigene Bewegung der Fixſterne; die Annahme dunkler Weltkörper und ihr Einfluß auf Bewegung in Doppelſternen; die Nebelflecke, in ſo fern dieſe nicht ferne und ſehr dichte Sternſchwärme ſind.

Der Uebergang von dem ſideriſchen Theile der Uranologie, von dem Fixſternhimmel, zu unſrem Sonnenſyſteme iſt nur der Uebergang vom Univerſellen zum Beſonderen. In der Claſſe der Doppelſterne bewegen ſich ſelbſtleuchtende Weltkörper um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt: in unſrem Sonnen-Syſteme, das aus ſehr heterogenen Elementen zuſammengeſetzt iſt, kreiſen dunkle Weltkörper um einen ſelbſtleuchtenden, oder vielmehr wieder um einen gemeinſamen Schwerpunkt, der zu verſchiedenen Zeiten in und außerhalb des Centralkörpers liegt. Die einzelnen Glieder des Sonnengebietes ſind ungleicher Natur; verſchiedenartiger, als man Jahrhunderte lang zu glauben berechtigt war. Es ſind: Haupt- und Nebenplaneten; unter den Hauptplaneten eine Gruppe, deren Bahnen einander durchſchneiden; eine ungezählte Schaar von Cometen; der Ring des Thierkreislichtes; und mit vieler Wahrſcheinlichkeit die periodiſchen Meteor-Aſteroiden.

Es bleibt noch übrig, als thatſächliche Beziehungen die drei großen von Kepler entdeckten Geſetze der planetariſchen Bewegung hier ausdrücklich anzuführen. Erſtes Geſetz: jede Bahn eines planetariſchen Körpers iſt eine Ellipſe, in deren einem Brennpunkt ſich die Sonne befindet. Zweites Geſetz: in gleichen Zeiten beſchreibt jeder planetariſche Körper gleiche Sectoren um die Sonne. Drittes Geſetz: die Quadratzahlen der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten ſich wie die Cubi der mittleren Entfernung. Das zweite Geſetz wird bisweilen das erſte genannt, weil es früher aufgefunden ward. (Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis, ex observ. Tychonis Brahi elaborata, 1609; vergl. cap. XL mit cap. LIX.) Die

beiden ersten Gesetze würden Anwendung finden, wenn es auch nur einen einzigen planetarischen Körper gäbe; das dritte und wichtigste, welches neunzehn Jahre später entdeckt ward, fesselt die Bewegung zweier Planeten an Ein Gesetz. (Das Manuscript der Harmonice Mundi, welche 1619 erschien, war bereits vollendet den 27 Mai 1618.)

Wenn im Anfang des 17ten Jahrhunderts die Gesetze der Planeten-Bewegung empirisch aufgefunden wurden; wenn Newton erst die Kraft enthüllte, von deren Wirkung Kepler's Gesetze als nothwendige Folgen zu betrachten sind: so hat das Ende des 18ten Jahrhunderts durch die neuen Wege, welche die vervollkommnete Infinitesimal-Rechnung zur Erforschung astronomischer Wahrheiten eröffnete, das Verdienst gehabt die Stabilität des Planeten-Systems darzuthun. Die Hauptelemente dieser Stabilität sind: die Unveränderlichkeit der großen Axen der Planetenbahnen, von Laplace (1773 und 1784), Lagrange und Poisson erwiesen; die lange periodische, in enge Grenzen eingeschlossene Aenderung der Excentricität zweier mächtiger sonnenfernen Planeten, Jupiters und Saturns; die Vertheilung der Massen, da die des Jupiter selbst nur $\frac{1}{1048}$ der Masse des alles beherrschenden Centralkörpers ist; endlich die Einrichtung: daß nach dem ewigen Schöpfungsplane und der Natur ihrer Entstehung alle Planeten des Sonnensystems sich in Einer Richtung translatorisch und rotirend bewegen; daß es in Bahnen geschieht von geringer und sich wenig ändernder Ellipsität, in Ebenen von mäßigen Unterschieden der Inclination; daß die Umlaufszeiten der Planeten unter einander kein gemeinschaftliches Maaß haben. Solche Elemente der Stabilität, gleichsam der Erhaltung und Lebensdauer der Planeten, sind an die Bedingung gegenseitiger

Wirkung in einem inneren abgeſchloſſenen Kreiſe geknüpft. Wird durch den Zutritt eines von außen kommenden, bisher zu dem Planetenſyſtem nicht gehörigen Weltkörpers jene Bedingung aufgehoben (Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 309 und 391); ſo kann allerdings dieſe Störung, als Folge neuer Anziehungskräfte oder eines Stoßes, dem Beſtehenden verderblich werden, bis endlich nach langem Conflicte ſich ein anderes Gleichgewicht erzeuge. Die Ankunft eines Cometen auf hyperboliſcher Bahn aus großer Ferne kann, wenn gleich Mangel an Maſſe durch eine ungeheure Geſchwindigkeit erſetzt wird, doch mit Beſorgniß nur eine Phantaſie erfüllen, welche für die ernſten Tröſtungen der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung nicht empfänglich iſt. Es ſind die reiſenden Gewölke der inneren Cometen unſrem Sonnenſyſteme nicht gefahrbringender als die großen Bahn-Neigungen einiger der kleinen Planeten zwiſchen Mars und Jupiter. Was als bloße Möglichkeit bezeichnet werden muß, liegt außerhalb des Gebietes einer phyſiſchen Weltbeſchreibung. Die Wiſſenſchaft ſoll nicht überſchweifen in das Nebelland cosmologiſcher Träume.

Inhalts-Uebersicht

des IIIten Bandes des Kosmos.

Specielle Ergebnisse der Beobachtung in dem Gebiete kosmischer Erscheinungen. — Einleitung S. 3—25 und Anm. S. 26—34.

Rückblick auf das Geleistete. Die Natur unter einem zwiefachen Gesichtspunkte betrachtet: in der reinen Objectivität der äußeren Erscheinung und im Reflex auf das Innere des Menschen. — Eine bedeutsame Anreihung der Erscheinungen führt von selbst auf deren ursachlichen Zusammenhang. — Vollständigkeit bei Aufzählung der Einzelheiten wird nicht beabsichtigt, am wenigsten in der Schilderung des reflectirten Naturbildes unter dem Einfluß schöpferischer Einbildungskraft. Es entsteht neben der wirklichen oder äußeren Welt eine ideale und innere Welt: voll physisch symbolischer Mythen, verschieden nach Volksstämmen und Klimaten, Jahrhunderte lang auf spätere Generationen vererbt, und eine klare Naturansicht trübend. — Ursprüngliche Unvollendbarkeit der Erkenntniß kosmischer Erscheinungen. Das Auffinden empirischer Gesetze, das Erspähen des Causalzusammenhanges der Erscheinungen, Weltbeschreibung und Welterklärung. Wie durch das Seiende sich ein kleiner Theil des Werdens offenbart. — Verschiedene Phasen der Welterklärung, Versuche des Verstehens der Naturordnung. — Aelteste Grundanschauung des hellenischen Volksgeistes: physiologische Phantasien der ionischen Schule, Keime wissenschaftlicher Naturbetrachtung. Zwei Richtungen der Erklärung durch Annahme stoffartiger Principien (Elemente) und durch Processe der Verdünnung und Verdichtung. Centrifugaler Umschwung. Wirbeltheorien. — Pythagoreer; Philosophie des Maaßes

und der Harmonie, Anfang einer mathematischen Behandlung physischer Erscheinungen. — Weltordnung und Weltregierung nach den physischen Vorträgen des Aristoteles. Mittheilung der Bewegung als Grund aller Erscheinungen betrachtet; minder ist der Sinn der aristotelischen Schule auf Stoff-Verschiedenheit gerichtet. — Diese Art der Naturphilosophie, in Grundideen und Form, wird auf das Mittelalter vererbt. Roger Bacon, der Naturspiegel des Vincenz von Beauvais, Liber cosmographicus von Albert dem Großen, Imago Mundi des Cardinals Pierre d'Ailly. — Fortschritt durch Giordano Bruno und Telesio. — Klarheit in der Vorstellung von der Gravitation als Massen-Anziehung bei Copernicus. — Erste Versuche einer mathematischen Anwendung der Gravitations-Lehre bei Kepler. — Die Schrift vom Kosmos des Descartes (Traité du Monde) großartig unternommen, aber lange nach seinem Tode nur fragmentarisch erschienen; der Kosmotheoros von Huygens des großen Namens unwürdig. — Newton und sein Werk Philosophiae Naturalis Principia mathematica. — Streben nach der Erkenntniß eines Weltganzen. Ist die Aufgabe lösbar, die gesammte Naturlehre von den Gesetzen der Schwere an bis zu den gestaltenden Thätigkeiten in den organischen und belebten Körpern auf ein Princip zurückzuführen? Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Die Unvollendbarkeit der Empirie macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie zu erklären, zu einer unbestimmten.

A. Uranologischer Theil der physischen Weltbeschreibung. S. 35—630. Zwei Abtheilungen, von welchen die eine den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnensystem umfaßt, S. 35.

a. **Astrognosie** (Fixsternhimmel) S. 36—38 (S, 36—370).

I. Weltraum und Vermuthungen über das, was den Weltraum zu erfüllen scheint, S. 39—52 und Anm. S. 53—59.

II. Natürliches und teleskopisches Sehen. Funkeln der Gestirne. Geschwindigkeit des Lichtes. Ergebnisse der Photometrie. S. 60—105 und Anm. S. 106—135. — Reihung der Fixsterne nach Licht-Intensität

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. Sternhaufen (Sternschwärme). Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt. S. 143—189 und Anm. S. 190—214.

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne. Veränderliche Sterne in gemessenen, wiederkehrenden Perioden. Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, bei denen die Periodicität noch unerforscht ist. S. 214—257 und Anm. S. 258—262.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne. Problematische Existenz dunkler Weltkörper. Parallaxe. Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel. S. 263—283 und Anm. S. 284—288.

VI. Die vielfachen oder Doppelsterne. Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. S. 289—305 und Anm. S. 306—310.

VII. Die Nebelflecke. Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind? Die beiden Magellanischen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlensäcke am südlichen Himmelsgewölbe. S. 311—353 und Anm. S. 354—370.

β. **Sonnengebiet** S. 371—377.

I. Die Sonne als Centralkörper S. 378—405 und Anm. 406—419.

II. Die Planeten S. 420—464 und 488—535, Anm. S. 465—487 und 536—556.

A. Allgemeine Betrachtung der Planetenwelt S. 420—464 und Anm. S. 465—487.

a) Hauptplaneten S. 421—459.
b) Nebenplaneten S. 460—464.

B. Specielle Aufzählung der Planeten und ihrer Monde, als Theile des Sonnengebietes, S. 488—535:

Sonne S. 488—490
Merkur S. 490—492
Venus S. 492—494
Erde S. 494—495
Mond der Erde S. 495—511 und Anm. S. 539—547
Mars S. 511—513;
die Kleinen Paneten S. 514—518: Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Asträa, Egeria, Irene, Eunomia, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea;
Jupiter S. 518—521
Satelliten des Jupiter S. 521—523
Saturn S. 523—527
Satelliten des Saturn S. 528—529
Uranus S. 529—530
Satelliten des Uranus S. 531—532
Neptun S. 532—534
Satelliten des Neptun S. 534—535.

III. Die Cometen S. 557—574 und Anm. S. 575—586.

IV. Ring des Thierkreislichtes S. 587—591.

V. Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteine S. 592—617 und Anm. S. 618—624.

Inßworte S. 625—630.
halts-Ueberſicht S. 631—640.
richtigungen und Zuſätze S. 641—644
uckfehler S. 645.

Nähere Zergliederung der einzelnen Abtheilungen des astronomischen Theils des Kosmos.

α. Astrognosie:

I. Weltraum: — Nur einzelne Theile sind meßbar S. 40. — Widerstehendes (hemmendes) Mittel, Himmelsluft, Weltäther S. 42 und 54 (Anm. 15—18). — Wärmestrahlung der Sterne S. 46 und 56 (Anm. 26). — Temperatur des Weltraums S. 46—49 und 56 (Anm. 28—31). — Beschränkte Durchsichtigkeit? S. 49. — Regelmäßig verkürzte Umlaufszeit des Cometen von Encke S. 50 und 58 (Anm. 37). — Begrenzung der Atmosphäre? S. 51

II. Natürliches und teleskopisches Sehen: — Sehr verschiedene Lichtquellen zeigen gleiche Brechungs-Verhältnisse S. 62. — Verschiedenheit der Geschwindigkeit des Lichtes glühender fester Körper und des Lichts der Reibungs-Electricität S. 63, 92—96 und 129 (Anm. 56—60). — Lage der Wollaston'schen Linien S. 63. — Wirkung der Röhren S. 62 und 106—108 (Anm. 5). — Optische Mittel directes und reflectirtes Licht zu unterscheiden, und Wichtigkeit dieser Mittel für die physische Astronomie S. 64 und 108—110 (Anm. 9—13). — Grenzen der gewöhnlichen Sehkraft S. 64. — Unvollkommenheit des Sehorgans; falsche (factice) Durchmesser der Sterne S. 67, 111 und 113 (Anm. 15 und 17). — Einfluß der Form eines Gegenstandes auf den kleinsten Sehwinkel bei Versuchen über die Sichtbarkeit; Nothwendigkeit des Licht-Unterschiedes von $\frac{1}{60}$ der Lichtstärke; Sehen ferner Gegenstände auf positive und negative Weise S. 66—70. — Ueber das Sehen der Sterne bei Tage mit unbewaffnetem Auge aus Brunnen oder auf hohen Bergen S. 71—73 und 115 (Anm. 21). — Ein schwächeres Licht neben einem stärkeren S. 110 (Anm. 15). — Ueberdeckende Strahlen und Schwänze S. 67 und 166—168. — Ueber die Sichtbarkeit der Jupiterstrabanten mit bloßem Auge S. 66 und 111—113 (Anm. 16). — Schwanken der Sterne S. 73 und 116 (Anm. 25). — Anfang des teleskopischen Sehens; Anwendung zur Messung S. 74—78 und 82. — Refractoren von großer Länge S. 78 und 116 (Anm. 26—29); Reflectoren S. 78—81 und 117 (Anm. 30—34). — Tagesbeobachtungen; wie starke Vergrößerungen das Auffinden der Sterne bei Tage erleichtern können S. 83, 84 und 118—122 (Anm. 38). — Erklärung des Funkelns und der Scintillation der Gestirne S. 85—90 und 122—125 (Anm. 40—47). — Geschwindigkeit des Lichtes S. 90—97 und 125—130 (Anm. 48—61). — Größenordnung der Sterne; photometrische Verhältnisse und Methoden der Messung S. 97—105 und 131—135 (Anm. 67—77). — Cyanometer S. 135. — Photometrische Reihung der Fixsterne S. 136—142.

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne; Sternhaufen und Milchstraße: — Zustände der Himmelsdecke, welche das Erkennen der Sterne begünstigen oder hindern, S. 143—145. — Zahl der Sterne; wie viele mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können S. 115. — Wie viele mit Ortsbestimmungen und auf Sternkarten eingetragen sind S. 147—156 und 191—197 (Anm. 4—26). — Gewagte Schätzung der Zahl von Sternen, welche mit den jetzigen raumdurchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel sichtbar sein könnten, S. 136. — Beschauende Astrognosie roher Völker S. 157—159. — Griechische Sphäre S. 159—164 und 197—201 (Anm. 27—34). — Krystallhimmel S. 164—166 und 201—203 (Anm. 35—39). — Falsche Durchmesser der Fixsterne in Fernröhren S. 166—168. — Kleinste Gegenstände des Himmels, die noch teleskopisch gesehen werden, S. 168 und 204 (Anm 45). — Farbenverschiedenheit der Sterne, und Veränderungen, welche seit dem Alterthum in den Farben vorgegangen, S. 168—173 und 204—208 (Anm. 46—52). — Sirius (Sothis) S. 171 und 206—208 (Anm. 52). — Die vier königlichen Sterne S. 173. — Allmälige Bekanntschaft mit dem südlichen Himmel S. 174, 175 und 209 (Anm. 64). — Vertheilung der Fixsterne, Gesetze relativer Verdichtung, Aichungen S. 175—177. — Sternhaufen und Sternschwärme S. 177—181. — Milchstraße S. 181—189 und 211—214 (Anm. 79—100).

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne, veränderliche Sterne, und Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, in welchen die Periodicität noch nicht erforscht ist: — Neue Sterne in den letzten zweitausend Jahren S. 214—233 und 258 (Anm. 1—7). — Periodisch veränderliche Sterne: Historisches S. 233—235, Farbe S. 235, Zahl S. 235—236; Gesetzliches in scheinbarer Unregelmäßigkeit, große Unterschiede der Helligkeit, Perioden in den Perioden S. 236—242. — Argelander's Tabelle der veränderlichen Sterne, mit Commentar S. 243—251 und 260 (Anm. 9—12). — Veränderliche Sterne in unbestimmten Perioden (η Argûs, Capella, Sterne des Großen und Kleinen Bären) S. 251—256. — Rückblick auf mögliche Veränderungen in der Temperatur der Erdoberfläche S. 256—257.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne, dunkle Weltkörper, Parallaxe; Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel: — Veränderung des physiognomischen Charakters der Himmelsdecke S. 263—266. — Quantität der eigenen Bewegung S. 262 und 267. — Beweise für die wahrscheinliche Existenz nicht leuchtender Körper S. 267—270. — Parallaxe und Messung des Abstandes einiger Fixsterne von unserm Sonnensystem

S. 270—277 und 285—286 (Anm. 19—21). — Die Aberration des Lichtes kann bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe benutzt werden S. 277. — Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat auf die Kenntniß der Bewegung unseres eignen Sonnensystems, ja zur Kenntniß der Richtung dieser Bewegung geführt S. 266 und 278—280. — Problem der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixsternhimmels. Centralsonne? S. 281—283 und 287 (Anm. 38 und 39).

VI. Doppelsterne, Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt: — Optische und physische Doppelsterne S. 289; Zahl S. 290—298. — Einfarbigkeit und verschiedenartige Farben; letztere nicht Folge optischer Täuschung, des Contrastes der Complementar-Farben S. 298—301 und 308—310 (Anm. 15—21). — Wechsel der Helligkeit S. 301. — Mehrfache (3- bis 6fache) Verbindungen S. 302. — Berechnete Bahn-Elemente, halbe große Axen und Umlaufszeit in Jahren S. 302—305.

VII. Nebelflecke, Magellanische Wolken und Kohlensäcke: — Auflöslichkeit der Nebelflecke; ob sie alle ferne und dichte Sternhaufen sind? S. 311—312 und 357—358 (Anm. 25 und 26). — Historisches S. 313—324 und 360—362 (Anm. 44). — Zahl der Nebelflecke, deren Position bestimmt ist,. S. 324—326 und 358 (Anm. 35 und 36). — Vertheilung der Nebel und Sternhaufen in der nördlichen und südlichen Himmelssphäre S. 326; nebelärmere Räume und Maxima der Gedrängtheit S. 327—329 und 350 (Anm. 41). — Gestaltung der Nebelflecke: kugelförmige, Ringnebel, spiralförmige Doppelnebel, planetarische Nebelsterne S. 329—335. — Nebelfleck (Sternhaufen) der Andromeda S. 181—182, 314—317 und 362 (Anm. 46); Nebel im Schwerdte des Orion S. 316—317, 335—338, 355—358, 364 und 366 (Anm. 12, 27, 61, 63, 67 und 68); großer Nebelfleck um η Argûs S. 338—339; Nebelfleck im Schützen S. 339; Nebelflecke im Schwan und im Fuchse, Spiral-Nebelfleck im nördlichen Jagdhunde S. 340. — Die beiden Magellanischen Wolken S. 341—349 und 368 (Anm. 88) — Schwarze Flecken oder Kohlensäcke S. 349—352 und 369 (Anm. 98 und 100).

β. Sonnengebiet: Planeten und ihre Monde, Ring des Thierkreislichtes und Schwärme der Meteor-Asteroiden S. 371—377:

I. Die Sonne als Centralkörper: — Numerische Angaben S. 379—381 und 407 (Anm. 4—6). — Physische Beschaffenheit der Oberfläche; Umhüllungen der dunkeln Sonnenkugel; Sonnenflecken, Sonnenfackeln S. 381—393 und 409—412 (Anm. 6, 7, 9, 11, 15,

20 und 21). — Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annaliſten Kunde geben; problematiſche Verfinſterungen S. 393 und 413—416 (Anm. 22). — Intenſität des Lichts im Centrum der Sonnenſcheibe und an den Rändern S. 394—399 und 417—419 (Anm. 24 und 25). — Verkehr zwiſchen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus; Seebeck, Ampère, Faraday S. 399—400. — Einfluß der Sonnenflecken auf die Temperatur unſeres Luftkreiſes S. 401—405.

II. Die Planeten:

A. Allgemeine vergleichende Betrachtungen:

a. Hauptplaneten:

1) Zahl und Epochen der Entdeckung S. 421—427; Namen, Planetentage (Woche) und Planetenſtunden S. 467—478 (Anm. 13 und 14).

2) Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen S. 427—431.

3) Abſolute und ſcheinbare Größe, Geſtaltung S. 431—434.

4) Reihung der Planeten und ihre Abſtände von der Sonne, ſogenanntes Geſetz von Titius; alter Glaube, daß die Himmelskörper, welche wir jetzt ſehen, nicht alle von jeher ſichtbar waren; Proſelenen S. 434—444 und 477—484 (Anm. 18—34).

5) Maſſen der Planeten S. 444.

6) Dichtigkeit der Planeten S. 445.

7) Sideriſche Umlaufszeit und Achſendrehung S. 446—448.

8) Neigung der Planetenbahnen und Rotations-Achſen, Einfluß auf Klimate S. 448—455 und 485 (Anm. 42).

9) Excentricität der Planetenbahnen S. 455—460.

b. Nebenplaneten S. 460—463.

B. Specielle Betrachtung, Aufzählung der einzelnen Planeten und ihr Verhältniß zur Sonne als Centralkörper:

Sonne S. 488—490.

Mercur S. 490—492.

Venus: Flecken S. 492—494.

Erde: numeriſche Verhältniſſe 494—495.

Mond der Erde: licht- und wärmeerzeugend; aſchgraues Licht oder Erdenlicht im Monde; Flecken; Natur der Mond-Oberfläche, Gebirge und Ebenen, gemeſſene Höhen; herrſchender Typus kreisförmiger Geſtaltung, Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptions-Erſcheinungen, alte Spuren der Reaction des Inneren gegen das Aeußere (die Oberfläche); Mangel von Sonnen- und Erdfluthen, wie von Strömungen

als fortschaffenden Kräften, wegen Mangels eines flüssigen Elements; wahrscheinliche geognostische Folgen dieser Verhältnisse S. 495—511 und 539—547 (Anm. 21—52).

Mars: Abplattung, Oberflächen-Ansehen, verändert durch den Wechsel der Jahreszeiten, S. 511—513.

Die Kleinen Planeten S. 514—518.

Jupiter: Rotationszeit, Flecken und Streifen S. 518—521;

Satelliten des Jupiter S. 521—523.

Saturn: Streifen, Ringe, excentrische Lage S. 523—527;

Satelliten des Saturn S. 528—529.

Uranus S. 529—530;

Satelliten des Uranus S. 531—532.

Neptun: Entdeckung und Elemente S. 532—534 und 554 (Anm. 96);

Satelliten des Neptun S. 534—535.

III. Die Cometen: — bei der kleinsten Masse ungeheure Räume ausfüllend; Gestaltung, Perioden des Umlaufs, Theilung; Elemente der inneren Cometen S. 557—574 und 576—585 (Anm. 5, 10, 12, 14, 23, 25, 28, 31, 33 und 34).

IV. Der Ring des Thierkreislichtes: — Historisches. — Intermittenz zwiefach: stündliche und jährliche? — Zu unterscheiden, was dem kosmischen Lichtprocesse selbst im Ringe des Thierkreislichtes angehört, was der veränderlichen Durchsichtigkeit der Atmosphäre. — Wichtigkeit einer langen Reihe correspondirender Beobachtungen unter den Tropen in verschiedenen Höhen über dem Meere bis neun- und zwölftausend Fuß. — Gegenschein wie beim Untergang der Sonne. — Vergleich in derselben Nacht mit bestimmten Theilen der Milchstraße. — Ob der Ring des Zodiacallichtes mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt. S. 587—591.

V. Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteine: — Aelteste chronologisch sicher bestimmte Aërolithenfälle, und Einfluß, welchen der Steinfall zu Aegos Potamoi und die kosmische Erklärung desselben auf die Weltansichten des Anaxagoras und Diogenes von Apollonia (aus der neueren ionischen Schule) ausgeübt haben; Umschwung, welcher der Stärke des Falles entgegenwirkt (Centrifugalkraft und Gravitation); S. 592—598 und 618—619 (Anm. 5—9). — Geometrische und physische Verhältnisse der Meteore, bei sporadischen und periodischen Meteorfällen; Radiation der Sternschnuppen, bestimmte Ausgangspunkte; Mittelzahl der sporadischen und periodischen Sternschnuppen in einer Stunde nach Verschiedenheit der Monate; S. 598—604 und 620—621 (Anm. 13—19). — Außer dem Strom

des heil. Laurentius und dem, jetzt ſchwächeren November-Phänomen ſind noch 4 bis 5 andere periodiſch im Jahr wiederkehrende Sternſchnuppenfälle als ſehr wahrſcheinlich erkannt worden S. 604—606 und 621—622 (Anm. 20 und 21). — Höhe und Geſchwindigkeit der Meteore S. 606. — Phyſiſche Verhältniſſe, Färbung und Schweife, Verbrennungs-Proceß, Größe; Beiſpiele der Entzündung von Gebäuden; S. 606—610. — Meteorſteine; Aërolithenfälle bei heiterem Himmel oder nach Entſtehung eines kleinen dunkelen Meteorgewölks S. 610—612 und 622—623 (Anm. 25 und 26). — Problematiſche Häufigkeit der Sternſchnuppen zwiſchen Mitternacht und den frühen Morgenſtunden (ſtündliche Variation) S. 612. — Chemiſche Verhältniſſe der Aërolithen; Analogie mit den Gemengtheilen telluriſcher Gebirgsarten S. 612—617 und 624.

Schlußworte: — Rückblick auf das Erſtrebte. — Beſchränkung nach der Natur der Compoſition einer phyſiſchen Weltbeſchreibung. — Darſtellung thatſächlicher Beziehungen der Weltkörper gegen einander. — Kepler's Geſetze planetariſcher Bewegung. — Einfachheit der uranologiſchen Probleme im Gegenſatz zu den telluriſchen, wegen Ausſchluſſes der Wirkungen, welche aus Stoffverſchiedenheit und Stoffwechſel entſtehen. — Elemente der Stabilität des Planetenſyſtems. S. 625—630.

Inhalts-Ueberſicht S. 631—640.

Berichtigungen und Zuſätze S. 641—644.

Druckfehler S. 645.

Berichtigungen und Zusätze.

S. 45 Z. 13.

Seitdem diese Stelle des Kosmos, in welcher „ein mit Sicherheit sich offenbarender Einfluß der Sonnenstellung auf den Erdmagnetismus" bezweifelt wird, gedruckt worden ist, haben die neuen und trefflichen Arbeiten von Faraday einen solchen Einfluß erwiesen. Lange Reihen magnetischer Beobachtungen in entgegengesetzten Hemisphären (z. B. Toronto in Canada und Hobarttown auf Van Diemens Land) zeigen, daß der Erdmagnetismus einer jährlichen Variation unterliegt, welche von der relativen Stellung der Sonne und Erde abhängt.

S. 73 Z. 12.

Die sonderbare Erscheinung des Sternschwankens ist ganz neuerlich (20 Jan. 1851) Abends zwischen 7 und 8 Uhr am Sirius, der nahe am Horizont stand, auch in Trier von sehr glaubwürdigen Zeugen beobachtet worden. S. den Brief des Oberlehrers der Mathematik Herrn Flesch in Jahn's Unterhaltungen für Freunde der Astronomie.

S. 170 Z. 21 und S. 205 Anm. 50.

Der Wunsch, welchen ich lebhaft geäußert, der historischen Epoche, in welche das Verschwinden der Röthe des Sirius fällt, mit mehr Sicherheit auf die Spur zu kommen, ist theilweise durch den rühmlichen Fleiß eines jungen Gelehrten, der eine treffliche Kenntniß orientalischer Sprachen mit ausgezeichnetem mathematischen Wissen verbindet, Dr. Wöpcke, erfüllt worden. Der Uebersetzer und Commentator der wichtigen Algebra des Omar

ayyami ſchreibt mir (aus Paris, im Auguſt 1851): „Ich
n Bezug auf Ihre im aſtronomiſchen Bande des Kosmos
ene Aufforderung die 4 hier befindlichen Manuſcripte der
graphie des Abdurrahman Al-Sſufi nachgeſehen; und ge-
, daß darin α Bootis, α Tauri, α Scorpii und α Orionis
ich ausdrücklich roth genannt werden, Sirius dagegen
Vielmehr lautet die auf dieſen bezügliche Stelle in allen 4
ſcripten übereinſtimmend ſo: „der erſte unter den Sternen
n (des Großen Hundes) iſt der große, glänzende an ſeinem
:, welcher auf dem Aſtrolabium verzeichnet iſt und Al-je-
jah genannt wird."" — Wird aus dieſer Unterſuchung und
m, was ich aus Alfragani angeführt, nicht wahrſcheinlich,
r Farbenwechſel zwiſchen Ptolemäus und die Araber fällt?

S. 277 Z. 27.

n der gedrängten Darlegung der Methode, durch die Ge-
digkeit des Lichts die Parallaxe von Doppelſternen zu finden,
es heißen: Die Zeit, welche zwiſchen den Zeitpunkten ver-
wo der planetariſche Nebenſtern der Erde am nächſten iſt
o er ihr am fernſten ſteht, iſt immer länger, wenn er von
ößten Nähe zur größten Entfernung übergeht: als die um-
:, wenn er aus der größten Entfernung zur größten Nähe
ehrt.

S. 305 Z. 1.

n der franzöſiſchen Ueberſetzung des aſtronomiſchen Bandes
smos, welche zu meiner Freude wieder Herr H. Faye über-
n, hat dieſer gelehrte Aſtronom die Abtheilung von den
ſternen ſehr bereichert. Ich hatte mit Unrecht die wichtigen
n des Herrn Yvon Villarceau, welche ſchon im Laufe
ahres 1849 in dem Inſtitute verleſen waren, zu benutzen
nt (ſ. Connaissance des temps pour l'an 1852
128). Ich entlehne hier aus einer Tabelle der Bahn-Elemente
Doppelſternen des Herrn Faye die 4 erſten Sterne, welche
die am ſicherſten berechneten hält:

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Name und Größe der Doppelsterne	Halbe große Axe	Excentricität	Umlaufszeit in Jahren	Namen der Berechner	
ξ Ursae majoris (4. und 5. Gr.)	3″,857	0,4164	58,262	Savary	1830
	3,278	0,3777	60,720	J. Herschel	1849
	2,295	0,4037	61,300	Mädler	1847
	2,439	0,4315	61,576	Y. Villarceau	1848
p Ophiuchi (4. und 6. Gr.)	4″,328	0,4300	73,862	Encke	1832
	4,966	0,4445	92,338	Y. Villarceau	1849
	4,8..	0,4781	92,...	Mädler	1849
ζ Herculis (3. u. 6, 5. Gr.)	1″,208	0,4320	30,22	Mädler	1847
	1,254	0,4482	36,357	Y. Villarceau	1847
η Coronae (5, 5. u. 6. Gr.)	0″,902	0,2891	42,50	Mädler	1847
	1,012	0,4744	42,501	Y. Villarceau	1847
	1,111	0,4695	66,257	Derselbe, 2te Lösung	

Das Problem der Umlaufszeit von η Coronae giebt zwei Solutionen: von 42,5 und 66,3 Jahren; aber die neuesten Beobachtungen von Otto Struve geben dem zweiten Resultat den Vorzug. Herr Yvon Villarceau findet für die halbe große Axe, Excentricität und Umlaufszeit in Jahren:

γ Virginis	3″,446	0,8699	153,787
ξ Cancri	0″,934	0,3662	58,590
α Centauri	12″,128	0,7187	78,486

Die Bedeckung eines Fixsterns durch einen anderen, welche ζ Herculis dargeboten hat, habe ich (S. 302) scheinbar genannt. Herr Faye zeigt, daß sie eine Folge der facticen Durchmesser der Sterne (Kosmos Bd. III. S. 67 und 167) in unseren Fernröhren ist. — Die Parallaxe von 1830 Groombridge, welche ich S. 275 dieses Bandes 0″,226 angegeben, ist gefunden von Schlüter und Wichmann zu 0″.182: von Otto Struve zu 0″.034.

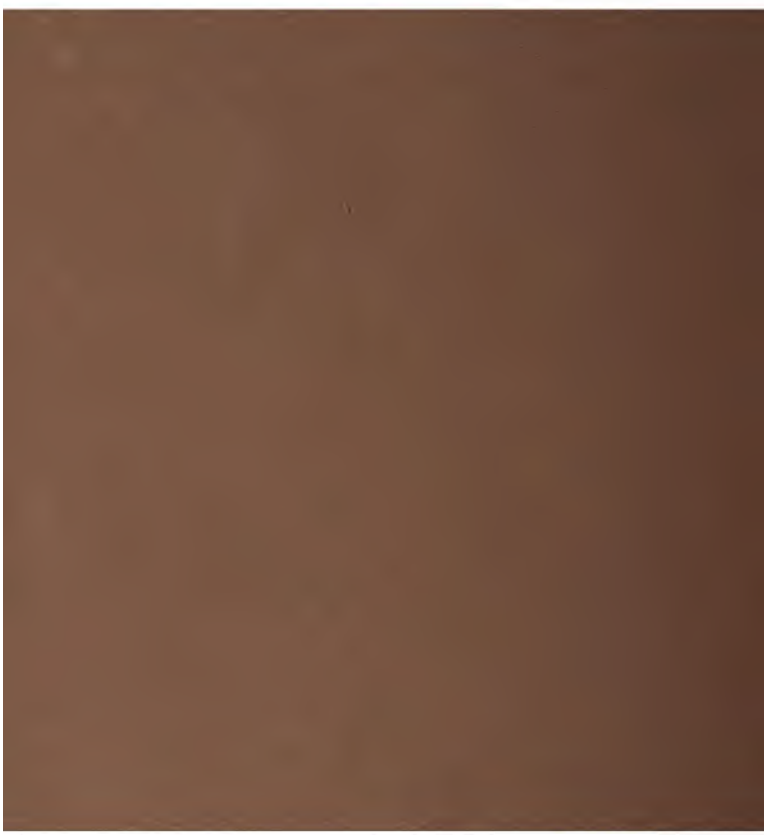
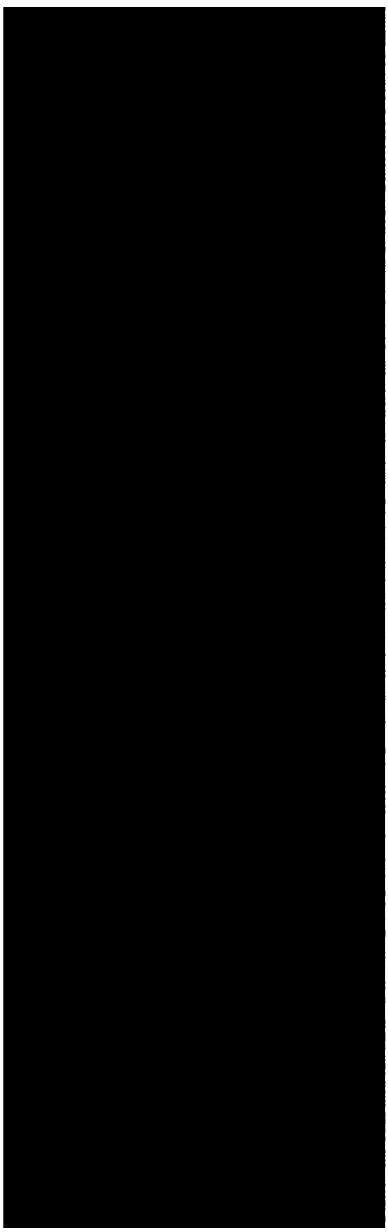
S. 514 Z. 18.

Als der Druck des Abschnittes von den **Kleinen Planeten** schon geendigt war, ist uns erst im nördlichen Deutschlande die Kunde von der Entdeckung eines fünfzehnten kleinen Planeten (Eunomia) gekommen. Er ist wiederum von Herrn de Gasparis und zwar am 19 Juli 1851 entdeckt worden. Die Elemente der Eunomia, berechnet von G. Rümker, sind:

Epoche der mittl. Länge	1851 Oct. 1,0 m. Greenw. Zeit
mittl. Länge	321°25′29″
Länge des Perihels	27 35 38
Länge des aufst. Knotens	293 52 55
Neigung	11 43 43
Excentricität	0,188402
halbe große Axe	2,64758
mittl. tägliche Bewegung	823,630
Umlaufszeit	1574 Tage.

S. 531 Z. 16.

Nach einer freundschaftlichen Mittheilung von Sir John Herschel (8 Nov. 1851) hat Herr Lassell am 24, 28, 30 Oct. und 2 Nov. des vorgenannten Jahres zwei Uranus-Satelliten deutlich beobachtet, die dem Hauptplaneten noch näher zu liegen scheinen als der erste Satellit von Sir William Herschel, welchem dieser eine Umlaufszeit von ungefähr 5 Tagen und 21 Stunden zuschreibt, welcher aber nicht erkannt wurde. Die Umlaufszeiten der beiden jetzt von Lassell gesehenen Uranustrabanten waren nahe an 4 und 2½ Tage.

Druckfehler.

S. 9 Z. 1 lies vierten ſtatt letzten
S. 13 Z. 20 lies Beweger ſtatt Bewegen
S. 27 Z. 22 lies 408 ſtatt 405
S. 58 Z. 22 lies 392 ſtatt 393
S. 61 Z. 9 lies Ariſtyllus ſtatt Ariſtillus
S. 91 Z. 9 lies: erſt 14′ 7″, dann 11′, Caſſini 14′ 10″
S. 93 Z. 3 lies 41903 ſtatt 41994
S. 178 Z. 3 lies 1252 ſtatt 1483
S. 179 Z. 29 lies ω ſtatt w
S. 181 Z. 28 ſind Nord- und Südpol verwechſelt
S. 212 Z. 22 lies 540 ſtatt 593
S. 260 Z. 30 lies $\frac{450}{11}$ E ſtatt $\frac{45}{11}$
S. 260 Z. 32 lies $\frac{150}{11}$ E ſtatt $\frac{15}{11}$ E
S. 293 Z. 16 lies $\varepsilon 5$ Lyrae ſtatt ε Lyrae
S. 302 Z. 25 lies: Meſſungen und Berechnungen
S. 376 Z. 20 lies 6 ſtatt 5
S. 377 Z. 18 lies 5 ſtatt 4
S. 377 Z. 19 lies: de Vico, Brorſen und d'Arreſt
S. 377 Z. 20 lies 1851 ſtatt 1846
S. 455 Z. 29 nach Egeria ſetze Veſta
S. 456 Z. 18 lies für Neptun: 0,00871946
S. 456 Z. 26 lies Ellipticität ſtatt Ellipſität
S. 458 Z. 5 lies nördlichen ſtatt ſüdlichen
S. 459 Z. 10 ſubſtituire man für Merkur, Venus und Mars: 6,674; 1,911; 0,431
S. 460 Z. 12 lies Trabanten ſtatt Kleinen Planeten
S. 462 Z. 23 lies der 3te ſtatt der 4te